การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

จุรีมาศ ดีอำมาตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2566

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19
GRAD VRU
58B74670103_3532315082

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

DEVELOPMENT OF INSTANT THICK SOUP FROM CHULTA (*DILLENIA INDICA*) AND OKRA (*ABELMO CHUSESCULENTUS*).

JUREEMART DEEAMMART

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN SCIENCE EDUCATION
GRADUATE SCHOOL
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
UNDER THE ROYAL PATRONAGE PATHUM THANI
2023

GRAD VRU

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว
ชื่อนักศึกษา	จุรีมาศ ดีอำมาตย์
รหัสประจำตัว	58B74670103
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตรศึกษา

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช นิลแสง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัณณ์รภัส ถกลภักดี)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช นิลแสง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา อัมพุช)

..... กรรมการและเลขานุการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ม่วงไทย)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญอร ไหมสุทธิสกุล)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 21 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

GRAD VRU

จุรีมาศ ดีอำมาตย์. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา). อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร.ศศมล ผาสุข ผศ. ดร.ปุณยนุช นิลแสง

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางกายภาพของมิวซิเลจ เพคติน กัม จากเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 2) ศึกษาการทำแห้งเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมแมทและศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมือกและผงเมือก 3) พัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 4) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และ 5) ถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวจากผลการวิจัยสู่ชุมชน โดยการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ซึ่งการวิจัยใช้ผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว จากอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี นำมาสกัดใช้เฉพาะเมือก ทำแห้งด้วยเทคนิคโฟมแมท นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป และทำการทดสอบวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยพบว่า 1) เมือกผลมะตาดมีมิวซิเลจ เพคติน กัม เท่ากับ ร้อยละ 1.59, 14.30 และ 3.80 ตามลำดับ และเมือกผลกระเจี๊ยบเขียวมีมิวซิเลจ เพคติน กัม เท่ากับ ร้อยละ 0.99, 3.50 และ 7.20 ตามลำดับ 2) การทำแห้งในรูปแบบโฟมแมทใช้ส่วนของเนื้อผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำสะอาด 1:7 เพื่อนำมาสกัดน้ำเมือกและทำให้เกิดโฟม ด้วยโปรตีนไข่ขาวและมอลโตเด็กซ์ตรินในอัตราส่วน 1.5:15 และเมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช พบว่า น้ำเมือกและผงเมือกจากผลมะตาด มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.37 และ 0.006 มก./มล. ตามลำดับ น้ำเมือกและผงเมือกจากผลกระเจี๊ยบเขียว มีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.49 และ 0.013 มก./มล. ตามลำดับ 3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป โดยนำซุปข้นข้าวโพดทางการค้าสูตร A ที่ผ่านการยอมรับมาเป็นสูตรพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว มีส่วนประกอบของข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลืองผง ครีมเทียม มะพร้าว ผงเมือกมะตาด ผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว และน้ำตาลทรายขาว มีปริมาณร้อยละ 26.32, 10.53, 15.78, 13.16, 13.16 และ 21.05 ตามลำดับ 4) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ต่อ 1 หน่วยบริโภค พบว่า ให้พลังงานทั้งหมด 210 กิโลแคลอรี โดยไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร โซเดียม เหล็ก แคลเซียม ร้อยละ 6, 4, 13, 4, 2, 4 และ 6 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน พบว่า จัดอยู่ในมาตรฐานระดับ 2 ความหนืดน้อย มีผลทำให้ลดความเสี่ยงต่อการสำลักระหว่างการรับประทานได้เหมาะกับทุกช่วงอายุ เมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีค่า EC_{50} เท่ากับ 8.18 มก./มล. โดยมีการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยสอบถามในกลุ่มอายุ 20-59 ปี และ 60-80 ปี ทั้งสองกลุ่มให้คะแนนการยอมรับอยู่ในระดับมาก และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ 9 สัปดาห์ และ 5) ผลการถ่ายทอดนวัตกรรมจากผลการวิจัยโดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีความรู้เพิ่มขึ้นแตกต่างจากก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจหลังการเข้าร่วมอบรมอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$ = 3.87, *S.D.* = 1.01 และ $\overline{x}$ = 4.35, *S.D.* = 0.66 ตามลำดับ)

องค์ความรู้และนวัตกรรมที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ คือ นำผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว มาสกัดเมือกทำแห้งด้วยเทคนิคแบบโฟมแมทให้เป็นผง นำมาใช้ให้เกิดความข้นในอาหาร ซึ่งเป็นการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติทดแทนสารสังเคราะห์ และนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป เหมาะกับผู้ที่มีปัญหาการกลืนช่วยชะลอการไหลของอาหาร ลดความเสี่ยงต่อการสำลัก มีผลช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น สามารถรับประทานได้ทุกช่วงวัย เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคสำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

GRAD VRU

คำสำคัญ: มะตาด, กระเจี๊ยบเขียว, โฟมแมท, ซุปข้น, กึ่งสำเร็จรูป

Jureemart Deeammart. (2023). Development of Instant Thick Soup from Chulta (Dillenia indica) and Okra (Abelmo chusesculentus).. Doctor of Philosophy (Science Education). Advisors: Assoc. Prof.Sasamol Phasuk, , Ph.D. Asst. Prof.Poonyanuch Nilsang, Ph.D.

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ABSTRACT

The objectives of this research and development were to 1) study the quantity and physical properties of mucilage pectin and gum from chulta and okra, 2) study the drying method of mucus by an encapsulation technique in foam-mate form and its antioxidant activity, 3) develop an instant thick soup product from chulta and okra, 4) analyze nutrition and test the antioxidant activity, the international dysphagia diet standardisation initiative (IDDSI) standard, consumer satisfaction, and shelf life of the developed product, and 5) disseminate the food innovation to the community through workshops. Chulta and okra from Sam Khok district, Pathum Thani province were used to extract mucilage, which was dried with a foam-mate technique and turned into instant products; performance analysis tests were also conducted.

The results were as follows. 1) Chulata mucus contained 1.59, 14.30, and 3.80 percent of mucilage, pectin, and gum, respectively, while okra mucus contained 0.99, 3.50, and 7.20 percent of mucilage, pectin, and gum, respectively. 2) In terms of the foam-mate drying, a 1:7 ratio of chulta and okra pulps and water was used to make mucus, which was foamed using egg albumin and maltodextrin in the ratio of 1.5:15. When antioxidant activity was tested by means of DPPH, it was found that as for Chulta, EC_{50} of mucilage was 0.37 and mucus powder was 0.006 mg/ml, while as for Okra, EC_{50} of mucilage was 0.49 and mucus powder was 0.013 mg/ml. 3) As for the thick soup product development using commercial thick corn soup formula A which had been accepted by the sensory system, it was found that the ingredients consisted of 26.32, 10.53, 15.78, 13.16, 13.16 and 21.05 percent of brown rice, soy milk powder, coconut creamer, chulta powder, okra powder and sugar, respectively. 4) The nutritional quality test of the product per serving provided 210 kcal of the total energy, comprising total fat, protein, carbohydrate, dietary fiber, sodium, iron, calcium at 6, 4, 13, 4, 2, 4 and 6 percent, respectively. When the international dysphagia diet standardisation initiative (IDDSI) was tested, It was found that the product was classified as level 2 standard with low viscosity, reducing the risk of choking during eating and suitable for people of all ages. When an antioxidant activity was tested, it was found that EC_{50} was 8.18 mg/ml. The consumers with two age ranges, 20–59 years old and 60–80 years old, were satisfied with the product at a high level. The product could also be stored for nine weeks. And 5) as for the workshops, it was found that both groups had a higher score after being trained at a significance level of 0.05, and their satisfaction after the workshops was a high level ($\overline{x}$ = 3.87, *S.D.*= 1.01 and $\overline{x}$ = 4.35, *SD.*= 0.66)

The knowledge and innovations obtained from this research is the use of chulta and okra by means of mucilage extraction and foam-mat drying to be made into powder. It can be used to thicken food instead of synthetic substances. The product is suitable for people of all ages and those with dysphagia. It can also help improve consumers' the excretory system and is an alternative healthy food for them, which can be developed for commercial use.

Keyword: Chulta, Okra, Foam-mat Drying, Thick Soup, Instant

GRAD VRU

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุญยนุช นิลแสง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ความคิดเห็น ตลอดจนชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณประธาน และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัณณ์รภัส ถกลภักดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา อัมพุช รองศาสตราจารย์ ดร.พรพิมล ม่วงไทย และรองศาสตราจารย์ ดร.พิชญอร ไหมสุทธิสกุล ที่ให้ความกรุณาตรวจสอบเอกสารงานวิจัย เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์อิสรา นามตาปี อาจารย์ประจำศูนย์ภาษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่ให้ความช่วยเหลือตรวจทานบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้เป็นไปตามหลักการเขียนที่ถูกต้องของงานวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่าน ที่เอื้ออำนวยความสะดวก เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ ในการใช้ห้องปฏิบัติการหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ อาคารเรียนรวมวิทยาศาสตร์ และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว รวมทั้งเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

คุณูปการจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบคุณความดีทั้งหลาย เพื่อตอบแทนแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ ทุกท่านที่ให้ความเมตตา สั่งสอน และให้ความรู้เพื่อเป็นผลให้มีกำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

จุรีมาศ ดีอำมาตย์

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ประวัติความเป็นมาของอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี 6

2.2 กระเจี๊ยบเขียว 9

2.3 มะตาด 13

2.4 ใยอาหาร (dietary fiber) 16

2.5 การทำแห้งในอาหาร 25

2.6 มาตรฐานอาหารสำหรับการกลืนลำบาก 31

2.7 อาหารประเภทซุป (Soup) 36

2.8 วัตถุดิบของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป 38

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 53
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี 53
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 54
3.3 สถานที่ดำเนินการวิจัย 56
3.4 วิธีการวิจัย 56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 75
4.1 ผลศึกษาปริมาณมิวซิเลจ เพคติน กัม ในเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 75
4.2 ศึกษาการทำแห้งเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมือกและผงเมือก 77
4.3 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว ... 84
4.4 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ 98
4.5 ถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวจากผลการวิจัยสู่ชุมชน 118
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 122
5.1 สรุปผลการวิจัย 122
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 125
5.3 ข้อเสนอแนะ 129
บรรณานุกรม 130
ภาคผนวก 137
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 138
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ค่า IOC และค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์แบบทดสอบความรู้ ค่า IOC ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก 159

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19
GRAD VRU

ภาคผนวก ค แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป จากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 178

ภาคผนวก ง การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป จากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวและภาพการอบรม 184

ภาคผนวก จ วิธีการวิเคราะห์กายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหาร 190

ประวัติผู้วิจัย 199

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตำบลภายในอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี 7

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของฝักอ่อนกระเจี๊ยบเขียวจากส่วนที่กินได้ 100 กรัม 12

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของมะตาดจากส่วนที่กินได้ 100 กรัม..... 16

ตารางที่ 4 สารพฤกษเคมีกลุ่มใยอาหารในพืชผักสมุนไพร 17

ตารางที่ 5 ความต้องการพลังงานและใยอาหารในแต่ละช่วงวัย 19

ตารางที่ 6 พืชที่มีมิวซิเลจ แพคติน กัม ของพืชแต่ละชนิด 22

ตารางที่ 7 การประยุกต์ใช้มิวซิเลจ แพคติน กัม ในอุตสาหกรรมอาหาร 23

ตารางที่ 8 การเติมสารละลายในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 59

ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของสูตรทางการค้าทั้ง 3 สูตร..... 62

ตารางที่ 10 สูตรพื้นฐานของซุปข้นผงดัดแปลงจากสูตรทางการค้า..... 63

ตารางที่ 11 ปริมาณการเสริมผงผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป 63

ตารางที่ 12 ปริมาณครีมเทียมต่อนมถั่วเหลืองผงในซุปข้นเพื่อสุขภาพ 64

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณมิวซิเลจ เพคติน กัม ในเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 76

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพพอลิแซ็กคาไรด์ในผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว..... 76

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนน้ำสะอาดที่เหมาะสมของความข้นน้ำเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว และมะตาดที่ใช้ในการก่อโฟมทั้ง 4 ระดับ 79

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท จากอัตราส่วนน้ำสะอาด 4 ระดับ 81

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากเมือกและผงเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 83

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของซุปข้าวโพดสูตรทางการค้าทั้ง 3 สูตร 84

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพซุปข้าวโพดทางการค้าทั้ง 3 สูตร ในแบบผงและชงผสม.. 88

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์การเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป . 89

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปในแบบผงและชงผสม 92

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ระดับ 93

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพการปรับปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปในแบบผงและชงผสม 97

ตารางที่ 24 ส่วนผสมของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 99

ตารางที่ 25 ข้อมูลทางโภชนการผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 101

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบตามมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI) ในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 102

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์คุณภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างซุปข้นทางการค้าและซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 105

ตารางที่ 28 ลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค 106

ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 109

ตารางที่ 30 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 110

ตารางที่ 31 ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 111

ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 114

ตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 116

ตารางที่ 34 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 117

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการอบรมเชิงปฏิบัติการในการถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงฯ ของกลุ่มบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้สูงอายุ 119

ตารางที่ 36 ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ 121

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ต้น ใบ ดอก ฝัก ของกระเจี๊ยบเขียว 10

ภาพที่ 2 ลักษณะต้น ใบ ดอก และผลของมะตาด 15

ภาพที่ 3 โครงสร้างของมิวซิเลจ (Mucilage) 20

ภาพที่ 4 โครงสร้างของแพคติน (pectin) 21

ภาพที่ 5 โครงสร้างของกัม (gum) 22

ภาพที่ 6 การทดสอบการไหลระดับ 2 หนืดน้อย 35

ภาพที่ 7 โครงสร้างอะไมโลส (Amylose) 39

ภาพที่ 8 โครงสร้างอะไมโลเพคติน (Amylopectin) 40

ภาพที่ 9 ความหนาแน่นของโฟมมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 77

ภาพที่ 10 ความคงตัวของโฟมมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 78

ภาพที่ 11 น้ำเมือก โฟม และผงเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 83

ภาพที่ 12 ซุปข้าวโพดสูตรทางการค้าทั้ง 3 สูตร 86

ภาพที่ 13 ปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ระดับ 95

ภาพที่ 14 การปรับปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป 4 ระดับ 98

ภาพที่ 15 ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 99

ภาพที่ 16 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 100

ภาพที่ 17 การทดสอบมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI) ในผลิตภัณฑ์ 103

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดปทุมธานี มีความเป็นมาจากชาวมอญได้อพยพเข้ามาในประเทศไทยหลายครั้งด้วยกัน จากเมืองเมาะตะมะเนื่องจากได้รับความเดือดร้อนจากสงครามจึงต้องหนีมาพึ่งพระบรมโพธิสมภาร ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช สมิงเปอกับพรรคพวกมอญด้วยกัน 11 คน ได้พาครอบครัวมอญประมาณหมื่นคนอพยพหนีการกดขี่ของพม่าเข้ามาพึ่งพระบรมโพธิสมภารสมเด็จพระนารายณ์มหาราช พระองค์ได้โปรดเกล้าฯ ให้ไปตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ “บ้านสามโคก” ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก (บริเวณระหว่างวัดตำหนักกับวัดสะแก) ชุมชนมอญได้ขยายตัวเจริญรุ่งเรืองขึ้นตามลำดับ จึงได้ตั้งเป็นเมืองขึ้นในบริเวณใกล้กับวัดสิงห์และใช้ชื่อว่า เมืองสามโคก และในปีพ.ศ. 2358 ซึ่งตรงกับรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย (รัชกาลที่ 2 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์) สมิงรามัญเมืองเมาะตะมะเป็นหัวหน้า ได้โปรดเกล้าฯ ให้ชาวมอญที่อพยพครั้งนี้ส่วนหนึ่งไปตั้งบ้านเรือนอยู่ที่เมืองสามโคก และปรากฏหลักฐานว่า พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย พร้อมด้วยกรมพระราชวังบวรมหาเสนารักษ์ ได้เสด็จพระราชดำเนินมาประทับแรม ณ ที่พลับพลาริมแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกเยื้องเมืองสามโคก (บริเวณวัดปทุมทองปัจจุบัน) ทรงรับดอกบัวหลวงจากชาวมอญที่นำมาทูลเกล้าฯ ถวายอย่างมากมาย และประกอบกับในครั้งนั้น เดือน 11 เป็นฤดูน้ำหลาก ดอกบัวบานสะพรั่งอยู่ทั่วไป ด้วยเหตุนี้พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานนามเมืองสามโคกใหม่เพื่อให้เป็นสิริมงคลว่า เมืองประทุมธานี และยกฐานะขึ้นเป็นหัวเมืองชั้นตรี (ภายหลังเปลี่ยนการสะกดเป็น "ปทุมธานี") ดังนั้น อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี เป็นชุมชนเก่าแก่มีชาวมอญอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก จัดเป็นถิ่นอาศัยดั้งเดิม ประกอบกับยังคงมีวิถีชีวิตในรูปแบบของชาวมอญที่ได้สืบทอดจากบรรพบุรุษจนถึงปัจจุบัน อีกทั้งได้นำเอาวัฒนธรรมประเพณีต่าง ๆ เข้ามา ซึ่งเป็นวัฒนธรรมประเพณีของชาวมอญมีความคล้ายคลึงกันกับวัฒนธรรมประเพณีของไทยมากจนเกือบจะเป็นวัฒนธรรมเดียวกัน ประกอบกับยังคงมีวิถีชีวิตในรูปแบบของชาวมอญอยู่ และมีวัฒนธรรมประเพณีมอญที่น่าสนใจ อาหารเป็นวัฒนธรรมรูปแบบหนึ่งที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตที่แตกต่างจากชาวไทย ในถิ่นอื่นการประกอบอาหารคาวหวานของชาวมอญมีความเป็นเอกลักษณ์ รูปลักษณ์ และรสชาติ ควรแก่การอนุรักษ์และเผยแพร่ต่อไป ชาวมอญเป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมอาหารพื้นบ้านโดยตรงและเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และเทคนิคต่าง ๆ ให้แก่บุตรหลานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง อาหารมอญเป็นอาหารเฉพาะของชาวมอญซึ่งมีความหลากหลายทางวัตถุดิบ ในแต่ละบ้านจะมีลักษณะการประกอบอาหารที่แตกต่างกันไป (วศินา จันทร์ศิริ, 2549) ซึ่งยังคงการประกอบอาหารที่ใช้พืชผักสวนครัว ที่นิยมปลูกไว้ตามริมรั้ว

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ริมตลิ่งชายน้ำแบบปลอดสารพิษ เมื่อเหลือจากรับประทานก็เอาไปจำหน่าย ทำให้วัตถุดิบหาได้ง่ายในท้องถิ่น สามารถนำมาประกอบอาหารได้อย่างสะดวกใจ พืชผักที่ชาวมอญนิยมกินมักมีเมือก มีกลิ่น เช่น กระเจี๊ยบเขียว (บอกระต้าด) กระเจี๊ยบแดง (ฮะเจ๊บ) ผักกูด (ฮะตะวัน) ผักปลัง (อะเนิงลาง) มะตาด (ฮะเปร๊าว) ฯลฯ วศินา จันทร์ศิริ (2549) กล่าวว่า พฤติกรรมการรับประทานอาหารของชาวมอญ พบว่า ชาวบ้านมีอาหารพื้นบ้านให้บริโภคตลอดปี สืบเนื่องจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่สามารถนำพืชผักตามฤดูกาลมาพัฒนาเป็นตำรับอาหารที่หลากหลาย วัตถุดิบมีการหมุนเวียนได้ตลอดปี อาหารบางชนิดมีเอกลักษณ์ที่พบเฉพาะในกลุ่มชาวมอญ เช่น แกงหัวตาล แกงข้าวตัง แกงมะตาด แกงกระเจี๊ยบ เป็นต้น นับเป็นการนำภูมิปัญญาเดิมของชาวมอญผสานกับอาหารไทยในปัจจุบัน ซึ่งอาจมีการดัดแปลงวัตถุดิบในสอดคล้องกับแหล่งอาหารหรือภูมิประเทศ จะเห็นได้ว่าอาหารมอญเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากประกอบไปด้วยพืชสมุนไพร มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการ มีความหลากหลายของพืชตามฤดูกาล เช่น มะตาด สายบัว บอน สันตะวา เป็นพืชปลูกง่ายไม่ต้องดูแล และสามารถหาได้โดยทั่วไป

จะเห็นได้ว่ามิใช่ชาวมอญที่นิยมบริโภคผักเมือกลื่นเท่านั้น แต่คนไทยก็มีความนิยมบริโภคทั่วทุกภาคในประเทศไทยเช่นเดียวกัน ซึ่งผักในประเทศไทยที่มีเมือกลื่น ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว มะตาด ผักปรัง ผักกูด ฯลฯ ผู้วิจัยให้ความสนใจในกระเจี๊ยบเขียวและผลมะตาด โดยกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชท้องถิ่นที่นิยมนำมาบริโภคอย่างแพร่หลาย ประกอบกับเป็นพืชส่งออกของประเทศไทย กระเจี๊ยบเขียวสามารถนำมาปรุงประกอบอาหาร เช่น แกงส้ม แกงใส่ปลาย่าง เครื่องเคียงน้ำพริก ส่วนในต่างประเทศใช้ทำสลัด ซุป หรือสตูว์ สำหรับมะตาดเป็นพืชเฉพาะถิ่น นิยมบริโภคในชุมชนมอญ มีลักษณะเป็นไม้ยืนต้น ส่วนผลให้รสเปรี้ยว มีเมือกเหนียวคล้ายวุ้น นิยมรับประทานใช้ในประกอบอาหาร เช่น แกงส้มมะตาด แกงคั่วมะตาด เป็นต้น ส่วนผลของมะตาดให้สารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิก มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติของเมือกในพืชเป็นพอลิแซคคาไรด์ ได้แก่ เพคติน (pectin) มิวซิเลจ (mucilage) และกัม (Gum) สารดังกล่าวใช้สำหรับผสมอาหาร ให้ความหนืดของอาหาร ช่วยเพิ่มปริมาตรและรสสัมผัสที่ดีขึ้น นอกจากถูกสกัดเพื่ออุตสาหกรรมอาหารและการผลิตยา (พืชเกษตร, 2559) สารดังกล่าวยังมีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยเคลือบกระเพาะอาหาร รักษาโรคกระเพาะอาหารและลำไส้ไม่ให้ลุกลาม ทำให้อาหารผ่านลำไส้ได้สะดวกขึ้น ลดอาการท้องผูก รักษาความดันให้เป็นปกติ เป็นยาบำรุงสมอง และยาระบาย ให้เส้นใยอาหารธรรมชาติ มีแคลเซียมและวิตามินสูง (หมอชาวบ้าน, 2541) ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคเบาหวาน (พืชเกษตร, 2559) จากที่กล่าวมาสารทั้ง 3 ชนิด จัดเป็นพอลิแซคคาไรด์ ประเภทเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) เมื่อละลายน้ำจะดูดซับน้ำไว้ ทำให้มีความหนืดข้นเพิ่มขึ้น ซึ่งจัดเป็นพรีไบโอติกส์ (Prebiotics) ร่างกายไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ในระบบทางเดินอาหารส่วนบน แต่สามารถผ่านไปลำไส้ใหญ่ได้ในสภาพที่สมบูรณ์ มีผลช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่อาศัยในลำไส้ใหญ่

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

สามารถย่อยพอลิแซกคาไรด์ได้ จึงส่งผลดีกับระบบทางเดินอาหาร เช่น ป้องกันมะเร็งลำไส้ ลดน้ำตาลและไขมันในเลือด ช่วยควบคุมน้ำหนัก ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ เป็นต้น

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญพืชท้องถิ่นที่มีความเป็นมาช้านาน และมีคุณประโยชน์มากมาย สามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว โดยนำผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวมาสกัดเมือกเพื่อวิเคราะห์สารสำคัญ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และจัดทำเป็นผงเมือกโดยใช้การทำแห้งในรูปแบบโฟมแมท ซึ่งเป็นเทคโนโลยีห่อหุ้มหรือเก็บสารออกฤทธิ์จากพืช ด้วยพอลิเมอร์บาง ๆ ลักษณะเป็นแคปซูล ขนาดเล็ก 1-1,000 ไมครอน ช่วยให้สารสกัดมีความคงทน เสถียรอยู่ได้นาน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ ซึ่งวิธีการห่อหุ้มสารสำคัญ คือ เทคนิคการทำแห้งแบบโฟมแมท เป็นการทำให้อาหารเหลวหรืออาหารที่มีลักษณะข้น เกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว โดยอาศัยสารที่ช่วยให้เกิดโฟม คือ โปรตีนไข่ขาว เหมาะสมกับวัตถุดิบที่ไวต่อความร้อน มีความหนืดหรือเหนียว อีกทั้งการวิจัยนี้ใช้วิธีการห่อหุ้มสารเมือกด้วยเทคนิคโฟมแมท โดยนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งใช้วัตถุดิบที่มีสารอาหารย่อยง่ายจากธัญพืชและถั่วเมล็ดแห้ง อีกทั้งเพิ่มใยอาหารประเภทพอลิแซคคาไรด์ ทำให้อุจาระนุ่ม ขับถ่ายง่าย กระตุ้นการขับถ่าย สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัยเพื่อสุขภาพ โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามาทดสอบตามมาตรฐานการกลืนอาหาร เพื่อลดความเสี่ยงจากการสำลักอาหาร เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณและคุณสมบัติทางกายภาพของมิวซิเลจ เพคติน กัม จากเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำแห้งเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมือกและผงเมือก

1.2.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

1.2.4 เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

1.2.5 เพื่อถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวจากผลการวิจัยสู่ชุมชน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 มะตาด (*Dillenia indica*) ที่นำมาศึกษาได้จากอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี โดยใช้เมือกจากผลมะตาด ผลกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmochus esculentus* L. Moench) ซื้อมาจากตลาดไทย จังหวัดปทุมธานี โดยใช้เมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

1.3.2 ศึกษาปริมาณพอลิแซคคาไรด์ ได้แก่ มิวซิเลจ แพคติน กัม จากเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

1.3.3 ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารจากเมือกผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว และผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปด้วยวิธี DPPH radical scavenging

1.3.4 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และกากใย และการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้วิธีการแบบสอบถาม โดยมีข้อคำถามแบบปลายปิด (Close-ended Questionnaires) การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

1.3.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์บรรจุถุงเมทัลไลท์ซิปล็อค และวิเคราะห์ทางกายภาพและจุลินทรีย์โดยวิธี A.O.A.C (1995) อ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป

1.3.6 นำผลการศึกษาไปถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารสู่ชุมชน โดยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่ชุมชน จำนวน 30 คน

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 เมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว หมายถึง การนำเนื้อของผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวมาสกัดโดยต้มในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส กรองเอาแต่น้ำเมือก ซึ่งมีองค์ประกอบสารจำพวก มิวซิเลจ (mucilage) เพคติน (pectin) และกัม (gum) เป็นสารในกลุ่มพรีไบโอติกส์ เป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ที่ไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารส่วนบน แต่สามารถผ่านไปสู่ลำไส้ใหญ่โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีผลช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้

1.4.2 การทำแห้งเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว หมายถึง นำเมือกของผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการสกัด เข้าสู่กระบวนการทำแห้งแบบโฟมแมท (Foam-mat Drying) ซึ่งเป็นการทำอาหารเหลวหรืออาหารที่มีลักษณะข้นเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว ทำแห้งด้วยลมร้อนภายใต้ความดันบรรยากาศ เพิ่มพื้นที่ผิวให้การระเหยของน้ำ ทำแห้งในระยะเวลาสั้นใช้อุณหภูมิไม่สูง ลดการเกิดปฏิกิริยาและการสูญเสียสารอาหารลดลง ช่วยให้สารสกัดหรือสารออกฤทธิ์มีความเสถียรคงทนอยู่ได้นาน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

1.4.3 ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง นำข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ถั่วเหลืองผง ครีมเทียมมะพร้าว น้ำตาลทราย และผงเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ผสมให้เข้ากันบดในเครื่องปั่นให้ละเอียด เก็บในภาชนะปิดสนิท เมื่อรับประทานเติมน้ำร้อนคนรูปให้มีลักษณะข้นเนื้อเนียนไม่แยกชั้น โดยผลิตภัณฑ์ใช้พืชที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกาย ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวกล้อง มะตาด กระเจี๊ยบเขียว เป็นต้น ซึ่งมีสารที่สำคัญ เช่น ถั่วเหลืองมีสารไฟโตรเอสโตรเจน (Phyto- estrogens) ช่วยปรับสมดุลในฮอร์โมนเพศหญิง ข้าวกล้องไม่ขัดสี ให้สารอาหาร วิตามิน เบต้าแคโรทีน แกมม่า-โอไรซานอล และมีส่วนผสมของผงเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว มีสารเมือกลื่นเป็นกลุ่มพอลิแซคคาไรด์ ช่วยระบบทางเดินอาหาร ครีมเทียมมะพร้าวปราศจากไขมันทรานส์ ลดโคเลสเตอรอล เป็นต้น

1.4.4 เทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชั่น หมายถึง เทคโนโลยีห่อหุ้มหรือเก็บสารออกฤทธิ์จากพืชด้วยพอลิเมอร์บาง ๆ ลักษณะเป็นแคปซูล ขนาดเล็ก 1-1,000 ไมครอน ช่วยเก็บสารสำคัญให้มีความคงทน เสถียรอยู่ได้นาน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์

1.4.5 อาหารกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง อาหารที่ผ่านกรรมวิธีและปรุงแต่งมาบ้างแล้ว และใช้รับประทานหลังจากผ่านวิธีการอย่างง่าย ๆ และใช้เวลาสั้นจากการเติมน้ำร้อน การต้ม หรือเติมอาหารอื่นลงไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นการใช้คุณลักษณะที่ดีของพืชท้องถิ่นมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้เกิดประโยชน์แก่สุขภาพประชาชน

1.5.2 เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะกับผู้บริโภคทั่วไปและเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกเพื่อผู้รักสุขภาพ และมีความปลอดภัย

1.5.3 ช่วยสนับสนุนผลผลิตทางการเกษตร และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตของท้องถิ่น

1.5.4 ช่วยลดการใช้วัตถุเจือปนอาหารจากสารสังเคราะห์ในการประกอบอาหาร

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวิติความเป็นมาของอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี

อำเภอสามโคกเดิมเป็น "เมืองสามโคก" เพราะมีโคกโบราณอยู่ในเมือง 3 แห่ง เมืองสามโคกเป็นเมืองเก่าแก่มาช้านาน ปรากฏหลักฐานเมื่อหลังแผ่นดินสมเด็จพระบรมไตรโลกนาถ ครั้งกรุงศรีอยุธยาเป็นราชธานี ที่ตั้งดั้งเดิมของเมืองสามโคกอยู่ที่บริเวณวัดพญาเมือง (ปัจจุบันเป็นวัดร้างอยู่ใกล้กับวัดป่างิ้ว) เมื่อเสียกรุงศรีอยุธยาแก่พม่าครั้งที่ 1 ในปี พ.ศ. 2112 เมืองนี้ได้ร้างไปจนถึง พ.ศ. 2203 ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช (วศินา จันทร์ศิริ, 2549) สมิงเปอกับพรรคพวกมอญด้วยกัน 11 คน ได้พาครอบครัวมอญประมาณหมื่นคนอพยพหนีการกดขี่ของพม่าเข้ามาพึ่งพระบรมโพธิสมภารสมเด็จพระนารายณ์มหาราช พระองค์ได้โปรดเกล้าฯ ให้ไปตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ “บ้านสามโคก” ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก (บริเวณระหว่างวัดตำหนักกับวัดสะแก) ชุมชนมอญได้ขยายตัวเจริญรุ่งเรืองขึ้นตามลำดับ จึงได้ตั้งเป็นเมืองขึ้นในบริเวณใกล้กับวัดสิงห์และใช้ชื่อว่า เมืองสามโคก การอพยพของชาวมอญที่ได้เข้ามาขอพึ่งพระบรมโพธิสมภารหลังจากรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชแล้ว ได้มีการอพยพครั้งสำคัญอีกสองครั้ง คือ ในปี พ.ศ. 2317 ซึ่งตรงกับรัชสมัยของสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช โดยมีพญาเจ่ง-ตะละเส่งกับพระยากลางเมืองเป็นหัวหน้า และในปี พ.ศ. 2358 ซึ่งตรงกับรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย (รัชกาลที่ 2 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์) โดยมีสมิงรามัญเมืองเมาะตะมะเป็นหัวหน้า ได้โปรดเกล้าฯ ให้ชาวมอญที่อพยพมากทั้งสองครั้งนี้ส่วนหนึ่งไปตั้งบ้านเรือนอยู่ที่เมืองสามโคก และอีกส่วนหนึ่งให้ไปตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ปากเกร็ด เมืองนนทบุรี และเมืองนครเขื่อนขันธ์ (อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ในปัจจุบัน) ปรากฏหลักฐานว่า พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย พร้อมด้วยกรมพระราชวังบวรมหาเสนารักษ์ได้เสด็จพระราชดำเนินมาประทับแรม ณ ที่พลับพลาริมแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออกเยื้องเมืองสามโคก (บริเวณวัดปทุมทองปัจจุบัน) ทรงรับดอกบัวหลวงจากชาวมอญที่นำมาทูลเกล้าฯ ถวายอย่างมากมาย และประกอบกับในครั้งนั้น เดือน 11 เป็นฤดูน้ำหลาก ดอกบัวบานสะพรั่งอยู่ทั่วไป ด้วยเหตุนี้พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัยจึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานนามเมืองสามโคกใหม่เพื่อให้เป็นสิริมงคลว่า เมืองประทุมธานี และยกฐานะขึ้นเป็นหัวเมืองชั้นตรี (ภายหลังเปลี่ยนการสะกดเป็น "ปทุมธานี") ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) ได้ทรงตั้งเป็น อำเภอสามโคก ตามพระราชบัญญัติการปกครองท้องที่ ร.ศ. 116 (พ.ศ. 2440) จึงได้ย้ายที่ว่าการอำเภอไปตั้งในที่แห่งใหม่ที่ปากคลองบางเตยข้างเหนือริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันตกเมื่อปี พ.ศ. 2524 นายสุนทร ศรีมาเสริม นายอำเภอสามโคกได้พิจารณาเห็นว่าอาคารที่ว่าการอำเภอสามโคกหลังเก่าเป็นเรือนไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูงสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2464 มีสภาพ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19
GRAD VRU

ชำรุดทรุดโทรมและตั้งอยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา สถานที่คับแคบเนื่องจากถูกน้ำเซาะ ตลิ่งพังเหลือที่ดินน้อยมาก ยากแก่การป้องกัน จึงให้ดำเนินการย้ายไปสร้างอาคารที่ว่าการอำเภอในที่แห่งใหม่ซึ่งอยู่ติดกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3111 (สามโคก-เสนา) เยื้องไปทางทิศใต้ในเขตตำบลบางเตย บนเนื้อที่ 7 ไร่เศษ ซึ่งนายสำรวย พึ่งประสิทธิ์ ผู้ว่าราชการจังหวัดปทุมธานี ได้เป็นประธานประกอบพิธีวางศิลาฤกษ์เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2526 ตรงกับวันแรม 1 ค่ำ เดือน 9 ร.ศ. 201 เวลา 11.56 น. (สำนักงานเทศบาลตำบลสามโคก, 2561)

2.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

มีอาณาเขตติดต่อดังนี้ ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอลาดบัวหลวง อำเภอบางไทร และอำเภอบางปะอิน (จังหวัดพระนครศรีอยุธยา) มีคลองยายเข็ม คลองพระยาบรรลือ แนวกึ่งกลางแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองเชียงรากน้อยเป็นเส้นแบ่งเขตทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอคลองหลวง มีทางรถไฟสายเหนือเป็นเส้นแบ่งเขตทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอเมืองปทุมธานี ลำรางสาธารณะ คลองตาหลี คลองบางพูด คลองเชียงรากใหญ่ คลองแม่น้ำอ้อม แนวกึ่งกลางแม่น้ำเจ้าพระยา และคลองบางโพธิ์เหนือเป็นเส้นแบ่งเขต ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอลาดหลุมแก้ว มีคลองบางโพธิ์เหนือ คลองบางเตย และคลองลัดวัดบ่อเงินเป็นเส้นแบ่งเขต

2.1.2 การแบ่งเขตการปกครองการปกครองส่วนภูมิภาค

พื้นที่อำเภอสามโคกแบ่งเขตการปกครองย่อยเป็น 11 ตำบล แต่ละตำบลแบ่งออกเป็นหมู่บ้านรวม 58 หมู่บ้าน ดังแสดงในตารางที่ 1 ได้แก่

ตารางที่ 1 ตำบลภายในอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี

ตำบล	หมู่บ้าน (จำนวน)	ตำบล	หมู่บ้าน (จำนวน)
บางเตย (Bang Toei)	10 หมู่บ้าน	บ้านปทุม (Ban Pathum	6 หมู่บ้าน
คลองควาย (Khlong Khwai)	8 หมู่บ้าน	บ้านงิ้ว (Ban Ngio)	5 หมู่บ้าน
สามโคก (Sam Khok)	4 หมู่บ้าน	เชียงรากน้อย (Chiang Rak Noi)	5 หมู่บ้าน
กระแชง (Krachaeng)	3 หมู่บ้าน	บางกระบือ (Bang Krabue)	3 หมู่บ้าน
บางโพธิ์เหนือ (Bang Pho Nuea)	3 หมู่บ้าน	ท้ายเกาะ (Thai Ko)	4 หมู่บ้าน
เชียงรากใหญ่ (Chiang Rak Yai)	7 หมู่บ้าน		

ที่มา: สำนักงานเทศบาลตำบลสามโคก (2561)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.1.3 ภูมิปัญญาอาหารพื้นบ้านของชาวมอญ จังหวัดปทุมธานี

อาหารมอญในเมืองไทยย้อนไปในอดีตตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาจนถึงต้นกรุงรัตนโกสินทร์ เมื่อครั้งชาวมอญอพยพหนีสงครามเข้าสู่ไทย อาหารมอญ ถือได้ว่าเป็นอาหารที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวและสืบสานกันมาอย่างยาวนานการแพร่หลายของชาวมอญ ได้กระจายถิ่นพำนักอาศัยไปทั่ว กาลเวลาทำให้ภูมิปัญญาอาหารมอญของชุมชนมอญเก่า บางส่วนได้ผสมกลืนกลายไปกับภูมิปัญญาอาหารไทย ชีวิตส่วนใหญ่ของคนที่นี่ยังดำรงสืบสานวิถีดั้งเดิม สะท้อนอัตลักษณ์เชื้อชาติตนอย่างเด่นชัดผ่านรูปแบบความเชื่อ พิธีกรรม ศาสนา วัฒนธรรม ประเพณี และภูมิปัญญาต่าง ๆ รวมทั้งภูมิปัญญาอาหารที่สืบสานมาจากบรรพบุรุษ (วศินา จันทร์ศิริ, 2549)

โดยนิยมนำมาประกอบอาหารทั้งแบบสดและย่าง การย่างคงวิธีดั้งเดิม คือ นำปลาไปเคล้าเกลือบาง ๆ ย่างพอหอมแล้วโขลกผสมรวมกับเครื่องแกง หรือย่างจนสุกกินคู่อาหารอื่น ๆ พืชผักต่าง ๆ รวมทั้งผักสวนครัว เช่น พริก กระเพรา มะกรูด ฯลฯ นิยมปลูกไว้ตามริมรั้วริมตลิ่งชายน้ำแบบปลอดสารพิษ เมื่อเหลือจากกินก็เอาไปขาย ทำให้นำมาประกอบอาหารได้อย่างสะดวก พืชผักที่ชาวมอญนิยมกินมักมีเมือกมีกลิ่นเช่น กระเจี๊ยบเขียว (บอกระต๊าด) กระเจี๊ยบแดง (ฮะเจ๊บ) ผักกูด (ฮะตะวัน) ผักปลัง (อะเนิงลาง) มะตาด (ฮะเปร๊าว) ฯลฯ วศินา จันทร์ศิริ (2549) กล่าวว่า พฤติกรรมการรับประทานอาหารของชาวมอญ พบว่า ชาวบ้านมีอาหารพื้นบ้านให้บริโภคตลอดปี สืบเนื่องจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่สามารถนำพืชผักตามฤดูกาลมาพัฒนาเป็นตำรับอาหารที่หลากหลาย วัตถุดิบมีการหมุนเวียนได้ตลอดปี อาหารบางชนิดมีเอกลักษณ์ที่พบเฉพาะในกลุ่มชาวมอญเช่น แกงหัวตาล แกงข้าวตัง แกงมะตาด เป็นต้น นับเป็นการนำภูมิปัญญาเดิมของชาวมอญผสานกับอาหารไทยในปัจจุบัน ซึ่งอาจมีการดัดแปลงวัตถุดิบในสอดคล้องกับแหล่งอาหารหรือภูมิประเทศ จะเห็นได้ว่าอาหารมอญเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากประกอบไปด้วยพืชสมุนไพร มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการ มีความหลากหลายของพืชตามฤดูกาล เช่น มะตาด เป็นพืชโตช้าทนแล้ง น้ำท่วมไม่ตายการปลูกสายบัว บอน สันตะวา เป็นพืชปลูกง่ายไม่ต้องดูแล หาได้โดยทั่วไป

โดยพื้นฐานแล้วการประกอบอาหารของชาวมอญ ไม่ค่อยซับซ้อนหลากหลายเมื่อเทียบกับอาหารชาติอื่น แนวทางการปรุงของแต่ละครัวจึงใกล้เคียงกันเช่นกัน ต่างกันในส่วนผสมของเครื่องปรุงและพืชสมุนไพรที่ไม่กำหนดแน่นอน คล้ายการทำเครื่องแกงอาหารไทยดั้งเดิม หรือที่เรียกกันว่า “รสมือ” นั่นเอง พริกแกงมอญนั้นทำง่ายมี สมุนไพรอยู่ไม่กี่อย่างหลัก ๆ มีแค่พริกแห้ง พริกสด กะปิมอญ เกลือ แต่ที่ขาดไม่ได้คือ ต้องมีขมิ้นและกระชายเป็นหลักสำคัญ แกงมอญทุกอย่างจึงใส่ขมิ้นยกเว้นแกงกระเจี๊ยบเท่านั้น แม้แต่ชาวมอญเองก็ยอมรับว่าอาหารการกินแบบมอญนั้นไม่ซับซ้อน ปรุงง่าย ไม่ใช้เวลา ไม่ยุ่งยาก ไม่ประดิษฐ์ประดอยจนสวยงาม ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะการดำเนินวิถีชีวิตที่เรียบง่ายของพวกเขานั้นเอง ดังคำเล่าของชาวชุมชนว่า คนมอญมีชีวิตเรียบ ๆ สงบ ๆ วิถีชีวิตไม่ซับซ้อน อาหารจึงพลอยเรียบง่ายไปด้วย ปลาก็หาง่ายในท้องถิ่น เน้นกินของที่หาได้จากป่าใกล้บ้าน ผักตามฤดูกาล ปลูกบ้างหาเอาตามชายป่าชาย

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

น้ำบ้าง อาหารมอญแท้จึงทำง่าย ใช้สมุนไพรมาก เช่น แกงกระเจี๊ยบกับแกงฮังเล ซึ่งถือว่าเป็นแกงประจำชาติมอญ ในวิถีเรียบง่าย อาหารมอญยังผูกโยงเข้ากับความเชื่อในการกิน (เปรมฤทัย หอมเกสร, 2554)

2.2 กระเจี๊ยบเขียว

2.2.1 แหล่งที่มากระเจี๊ยบเขียว

ชื่อสามัญ กระเจี๊ยบเขียว Okra, Gumbo, Lady's finger, Quimbamto (อัฟริกา) ชื่อท้องถิ่น กระเจี๊ยบเขียว กระต้าด (แถบจังหวัดสมุทรสาคร, สมุทรปราการ), กระเจี๊ยบมอญ หรือมะเขือมอญ (ภาคกลาง) มะเขือมื่น (ภาคเหนือ), ถั่วเละ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ชื่อวิทยาศาสตร์ กระเจี๊ยบเขียว *Abelmo chusesculentus* L. Moench สกุล Malvaceae (Mallow family) มีถิ่นกำเนิดจากประเทศซูดาน ในประเทศไทยปลูกได้ตลอดทั้งปี พื้นที่ปลูกในไทย ได้แก่ กรุงเทพฯ ราชบุรี นครปฐม อ่างทอง สุพรรณบุรี จันทบุรี เชียงใหม่ สมุทรสาคร และสระแก้ว ซึ่งการปลูกทั่วไปจะเป็นเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม ช่วงที่ 2 เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม (สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2559)

2.2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์กระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักยืนต้น อายุประมาณ 1 ปี มีความสูง 40 เซนติเมตร ถึง 2 เมตร ลำต้น มีขนสั้น ๆ มีหลายสีแตกต่างตามพันธุ์ใบกระเจี๊ยบเขียว มีลักษณะกว้างเป็นแฉกคล้ายใบละหุ่ง แต่ก้านใบจะสั้นกว่า ดอกมีสีเหลือง โคนดอกด้านในสีม่วง เมื่อบานคล้ายดอกผ้าย มีเกสรตัวผู้ตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ฝักกระเจี๊ยบเขียว มีรูปเรียวยาว ปลายฝักแหลม มีทั้งชนิด ฝักกลมและฝักเหลี่ยม ซึ่งมีเหลี่ยม 5-10 เหลี่ยม ขึ้นกับพันธุ์ในแต่ละฝักมีเมล็ด 80-200 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลมรี ขนาดเดียวกับถั่วเขียว เมล็ดอ่อนมีสีขาว เมื่อแก่มีสีเทา ฝักแก่สีฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และจะแตกออกตามแนวรอยสันเหลี่ยมทำให้เห็นเมล็ดที่อยู่ข้างใน

สภาพแวดล้อมของกระเจี๊ยบเขียวเป็นผักที่ปลูกได้ตลอดปีในประเทศไทย อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกและเติบโตคือ 20-30 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำสุด 18 องศาเซลเซียส ซึ่งในอุณหภูมิต่ำจะเจริญเติบโตช้าลง และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะไม่เจริญเติบโตเลย กระเจี๊ยบเขียวเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แต่ไม่ชอบดินที่มีน้ำขังแฉะหรือระบายน้ำยากและดินที่เป็นกรดจัด พีเอสควรอยู่ระหว่าง 6.0-6.8 ซึ่งลักษณะของกระเจี๊ยบเขียวมีดังนี้

รากและลำต้น กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชล้มลุก อายุประมาณ 1 ปี มีระบบรากประกอบด้วย รากแก้ว และรากฝอย หยั่งลึกได้ถึง 30-60 ซม. ส่วนลำต้นจะตั้งตรง สูง 0.80-1.50 เมตร ลำต้นเป็นไม้เนื้ออ่อน เปลือกลำต้นบาง มีสีขาวนวล แตกกิ่งน้อย กิ่งมีขนาดสั้น

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ใบกระเจี๊ยบเขียว เป็นชนิดใบเดี่ยว ใบมีรูปร่างคล้ายใบละหุ่ง มีทั้งรูปร่างกลมหรือเกือบทรงกลม หรือเป็นแฉกแบบร่องลึก ออกเรียงแบบสลับ ปลายใบแหลม ใบหยักแหลมคล้ายฟันเลื่อย โคนใบเป็นรูปหัวใจ ด้านบนใบมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่างใต้ใบ ผิวใบหยาบ และสากมือ

ดอกกระเจี๊ยบเขียว ออกเป็นดอกเดี่ยว แทงออกบริเวณเหนือซอกใบ โดยดอกแรกจะเกิดที่ข้อที่ 6-8 กลีบ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ที่สามารถผสมตัวเอง และผสมข้ามได้ ดอกมีสีเหลืองอมขาว มีกลีบดอก 5 กลีบ บริเวณกลางดอกมีสีม่วง ดอกเมื่อบานเต็มที่จะมีขนาด 4-8 เซนติเมตร ดอกที่ผสมติดแล้ว กลีบดอกจะฝ่อและร่วงไปภายใน 3-4 วัน เหลือเฉพาะรังไข่ที่พัฒนากลายเป็นฝักอ่อน

ฝักและเมล็ด ผลกระเจี๊ยบเขียว หรือเรียกว่า ฝัก เกิดเหนือซอกใบ มักติดฝักตั้งแต่ข้อที่ 6-8 จนถึงปลายยอดลำต้น และปลายกิ่ง ฝักมีรูปร่างเรียว เป็นร่องเหลี่ยมตามแนวยาว ปลายฝักแหลม และสามารถพบฝักทั้งชนิดกลม และเหลี่ยม จำนวนเหลี่ยม 5-9 เหลี่ยม แต่ทั่วไปพบ 8 เหลี่ยม ความยาวฝัก 4-20 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์ เมล็ดมีรูปร่างกลม มีขนาดเท่ากับเมล็ดนุ่น เมล็ดอ่อนจะมีสีขาว เหลือง และเมล็ดที่เริ่มแก่ในฝักที่ยังไม่แห้งจะมีสีดำเป็นมันวาว แต่เมื่อฝักแห้งหรือเมล็ดแห้ง เมล็ดแก่จะมีขนาดเล็กลงเล็กน้อย ผิวเมล็ดจะไม่เป็นมันวาว และมีสีดำอมเทา เมล็ดภายในฝักจะเรียงเป็นแถวตามแนวยาวของฝัก ซึ่งจะแทรกอยู่บริเวณเหลี่ยมของฝัก แต่ละเหลี่ยมจะมีเมล็ดประมาณ 10-15 เมล็ด ดังนั้น ฝัก 1 ฝัก จะมีเมล็ดประมาณ 60-135 หรือทั่วไปประมาณ 96 เมล็ด ทั้งนี้ ฝักอ่อนที่นิยมนำมาบริโภคจะมีความยาว 7.5-12.5 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1 (พืชเกษตร, 2559)

ภาพที่ 1 ต้น ใบ ดอก ฝัก ของกระเจี๊ยบเขียว
ที่มา: พืชเกษตร (2559)

2.2.3 พันธุ์และแหล่งพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียว มีพันธุ์ต่าง ๆ มากมายซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งความสูงของต้น ความยาวของฝักและสีฝัก พันธุ์พื้นเมืองเดิมจะมีเหลี่ยมบนฝักมากประมาณ 7-10 เหลี่ยม พันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ใช้ปลูกเพื่อการส่งออกฝักสด และแช่แข็ง จะต้องเป็นพันธุ์ที่มีฝัก 5 เหลี่ยม

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19
GRAD VRU

สีฝักเขียวเข้ม มีเส้นใยน้อย ลำต้นเตี้ย ผิวฝักมีขนละเอียด ฝักดกให้ผลผลิตสูง ซึ่งพันธุ์ที่ใช้ปัจจุบันได้แก่ (พืชเกษตร, 2559)

2.2.3.1 พันธุ์ปรับปรุง โดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลักษณะฝักมีสีเขียวปานกลาง ฝักเมื่อตัดตามขวางเป็นรูปห้าเหลี่ยม ต้านโรคได้ดี ผลผลิตสูง ราคาเมล็ดพันธุ์ 50-80 บาทต่อกิโลกรัม พันธุ์เหล่านี้ผู้ส่งออกและแปรรูปสามารถนำไปทดสอบตลาดได้ โดยเฉพาะตลาดยุโรป หรืออื่น ๆ

2.2.3.2 พันธุ์ผสม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะฝักกลม ป้อมสั้น เช่น พันธุ์เคลมสัน (Clemson) และพันธุ์สปายน์เลส (Spineless) ส่วนฝักที่เรียวยาว ฝักมี 8 เหลี่ยม สีเขียวสด เช่น พันธุ์ Dwarf Green พันธุ์นี้นิยมแปรรูปบรรจุกระป๋อง

2.2.3.3 พันธุ์ลูกผสมรุ่นที่ 1 พันธุ์นี้มีฝักอ่อน มีเส้นใยน้อย ฝักมีสีเขียวเข้ม ฝักมี 5 เหลี่ยม สามารถต้านทานโรคได้ดี ให้ผลผลิตสูง เป็นพันธุ์ที่นิยมมากในญี่ปุ่น

2.2.3.4 พันธุ์ Hit 9701 เป็นพันธุ์นำเข้าจากอินเดีย นิยมปลูกมากในภาคกลาง เป็นพันธุ์ต้านโรคใบด่าง ฝักมี 5 เหลี่ยม สีเขียวเข้มทั่วฝัก เนื้อฝักมีเส้นใยน้อย ลำต้นไม่มีหนาม ติดฝักเร็ว ให้ผลผลิตสูง เก็บฝักได้นาน เป็นที่ยอมรับของต่างประเทศ

2.2.4 ประโยชน์ของกระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเป็นพืชที่นำมาประกอบเป็นอาหาร และเป็นที่รู้จักของคนเกือบจะทั่วโลก และคนไทยปลูกกระเจี๊ยบไว้บริโภคทั่วทุกภาคของประเทศ

2.2.4.1 กระเจี๊ยบเขียวใช้ปรุงอาหาร เช่น แกงส้ม แกงใส่ปลาย่าง เครื่องเคียง น้ำพริก และย่างกินกับหมูหรือเนื้อย่างเกาหลี นอกจากจะนำมาปรุงอาหารและเครื่องดื่ม ในต่างประเทศใช้ทำสลัดซุป หรือสตูว์ อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนการที่มีสารอาหารหากมีการบริโภค แสดงดังตารางที่ 1 ฝักอ่อนกระเจี๊ยบเขียวจากส่วนที่กินได้ 100 กรัม

2.2.4.2 ฝักอ่อนกระเจี๊ยบเขียวมีเมือกลื่น ซึ่งเป็นสารจำพวกเพคติน (pectin) มิวซิเลจ (Mucilage) และกัม (Gum) ช่วยให้กระเพาะ ไม่ระคายเคือง และอาหารผ่านลำไส้ได้สะดวกขึ้น ผลอ่อนกระเจี๊ยบเป็นผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมากชนิดหนึ่ง อีกทั้งเมือกกระเจี๊ยบเขียวนำมาผสมอาหารทำให้อาหารหนืดขึ้น รวมถึงช่วยเพิ่มปริมาตรและปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหารให้ดีขึ้น

2.2.4.3 เมือกกระเจี๊ยบเขียวใช้สำหรับผลิตแคปซูลบรรจุยาหรือใช้เคลือบตัวยา

2.2.4.4 เปลือกไม่เหนียวนักใช้ทอกระสอบ เชือก และทำกระดาษได้

2.2.5 ผลผลิตทางการเกษตรของกระเจี๊ยบเขียว

สถานการณ์ผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียวของปี พ.ศ.2559 รายงานผลภาพรวมของการปลูกกระเจี๊ยบทั่วประเทศ พบว่า มีเนื้อที่ปลูกทั้งสิ้น 4,824 ไร่ พื้นที่ปลูกทั้งหมด 19 จังหวัด มีจำนวนผู้ปลูก 932 ราย ผลผลิตรวม 5,338 ตัน โดยผลผลิตต่อไร 3,115 กิโลกรัม และมีราคาขายได้ต่อกิโลกรัมอยู่ที่

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

22.85 บาทซึ่งจังหวัดที่ปลูกมากที่สุดคือ จังหวัดสุพรรณบุรี มีผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 2,135,500 กิโลกรัม รองลงมาคือจังหวัดราชบุรี ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 294,040 กิโลกรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560)

2.2.6 สรรพคุณทางยา

สาระสำคัญที่พบในกระเจี๊ยบเขียว ได้แก่ กัม (gum) เพคติน (pectin) อะราบิโนส (arabinose) แรมโนส (rhamnose) กรดกาแลคทูโรนิค (galacturonic acid) โดยกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชที่มีเมือก มีคุณสมบัติช่วยเคลือบกระเพาะอาหาร ช่วยรักษาโรคกระเพาะอาหารและลำไส้ไม่ให้ลุกลาม รักษาความดันให้เป็นปกติ เป็นยาบำรุงสมอง ใช้ผลแก่บดเป็นผง เป็นยาระบายและสามารถแก้โรคพยาธิตัวจี๊ดแต่ต้องรับประทานติดต่อกันเป็นเวลาอย่างน้อย 15 วัน หรือใช้ผลแก่บดเป็นผงผสมน้ำดื่มในอินเดียใช้เป็นยาแก้บิด ไอ หวัด ขัดเบา หนองใน ในมาเลเซียใช้รากแช่น้ำรักษาโรคซิฟิลิส ดอกใช้ตำพอกฝี เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวใช้แทนเมล็ดกาแฟได้ (หมอชาวบ้าน, 2541) ลักษณะการรับประทานฝักกระเจี๊ยบเพื่อสรรพคุณทางยา (พืชเกษตร, 2559)

- รับประทาน 10-15 ฝัก ตอนเย็นหรือก่อนนอน สามารถลดอาการท้องผูก
- รับประทาน 3-5 ฝัก ก่อนอาหารทุกวันรักษาแผลในกระเพาะอาหาร
- รับประทาน 10-15 ฝัก ทุกวันสามารถบำรุงตับ
- รับประทาน 5 ฝัก ก่อนอาหาร 3 มื้อ ติดต่อกันทุกวันจะกำจัดพยาธิตัวจี๊ด
- รับประทาน 30-40 ฝัก ตอนเย็นหรือก่อนนอน สามารถดีท็อกซ์ลำไส้
- รับประทานสม่ำเสมอ เส้นใยอาหารธรรมชาติ มีแคลเซียมและวิตามินสูง

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของฝักอ่อนกระเจี๊ยบเขียวจากส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	26
โปรตีน (กรัม)	1.5
ไขมัน (กรัม)	0.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.5
ใยอาหาร (กรัม)	4.2
เถ้า (กรัม)	0.6
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	11
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	2
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.8
เบต้าแคโรทีน (ไมโครกรัม)	335

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สารอาหาร	ปริมาณ
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	56
วิตามินอี (มิลลิกรัม)	0.55
ไทอะมีน (มิลลิกรัม)	0.05
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.08
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	1.6
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	14

ที่มา: กองโภชนาการ (2544)

2.3 มะตาด

2.3.1 แหล่งที่มาของมะตาด

มะตาด (Elephant apple) มีชื่อวิทยาศาสตร์ Dillenia indica Linn. ตระกูล Dilleniaceae ชื่อไทยเรียกว่า มะตาด ชื่อเรียกอื่น เรียกว่า ล้านเปล้า ส้านป๊าว ส้านกระพลุ กะปรุ ส้านท่า ส้านใหญ่ ส้มปรุ มะส้าน แอปเปิ้ลมอญ แส้น มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่ในแถบภูมิภาคเอเชีย ได้แก่ ไทย อินเดีย ศรีลังกา ยูนาน พม่า คาบสมุทรมลายู ลาว เวียดนาม กัมพูชา ชวา และบอร์เนียว ประเทศไทยพบได้ทั่วไปในป่าดิบชื้น ป่าพรุ และริมแม่น้ำลำธาร (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2563) มะตาดขยายพันธุ์ด้วยการใช้เมล็ดหรือกิ่งตอน เจริญเติบโตได้ในภาคต่าง เช่น ภาคเหนือ (เชียงใหม่) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สุรินทร์) ภาคกลาง (ปทุมธานี) ภาคตะวันออกเฉียงใต้ (กาญจนบุรี) ภาคใต้ (สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ตรัง พังงา) ซึ่งมะตาดมีหลากหลายมากกว่า 60 ชนิด ซึ่งในประเทศไทยพบมะตาดสกุล Dillenia จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ D.indica, D.ovata, D.aurea, D.hookeri, D.dpenugna และ D.parvifrola (ผานิตดา อัจฉริยนนท์ ปรานี ปิ่นเงิน รัตนา เฉลิมกลิ่น และพัฒนพงศ์ จินดามงคล, 2549) มะตาดเป็นผลไม้พื้นบ้านที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายโดยเฉพาะชุมชนชาวไทยเชื้อสายมอญ โดยนิยมปลูกแถบทุกครัวเรือนในบริเวณบ้านริมคลอง ปลูกพื้นที่กลางแจ้ง ส่วนใหญ่จะนำมาประกอบอาหารในครัวเรือน อีกทั้งใช้เป็นยารักษาโรค ให้ร่มเงาเพิ่มความร่มรื่นเป็นไม้ประดับ ทำเครื่องเรือน ซึ่งลักษณะโดยทั่วไป

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นมะตาด เป็นไม้พุ่มขนาดกลางถึงขนาดใหญ่สูงประมาณ 10-20 เมตร สีของลำต้นและกิ่งก้าน เป็นสีน้ำตาล เนื้อไม้อ่อน ใบออกตามกิ่ง มีสีเขียวเข้ม เส้นใบนูนเห็นได้ชัดเจน ขอบใบเป็นจักรสวยงามมาก ขนาดของใบกว้าง 12 เซนติเมตร ยาว 30-32 เซนติเมตร เป็นต้นไม้ที่ทนแล้งและน้ำท่วมไม่ตายง่าย จะเริ่มผลัดใบในราวเดือนเมษายนและพฤษภาคม เมื่อใบแก่ร่วงหล่นหมดแล้วใบอ่อนก็จะแตกขึ้น มาใหม่หลังจากนั้นอีกไม่นานในราวเดือนมิถุนายนหรือกรกฎาคม ก็จะเริ่มออกดอกผล

ดอกมะตาดจะเริ่มออกเป็นตุ่มที่ยอดแล้วโตขึ้น ผลมะตาดมีขนาดเท่าผลส้มเขียวหวานขนาดใหญ่ ดอกที่เหมือนผลนี้ก็ จะบานออกกลีบเลี้ยงของดอกมี 5 กลีบยาว ประมาณ 6 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร สีของกลีบเลี้ยงขอบกลีบขาวตรงสันกลีบสีเขียว เข้มภายในกลีบเลี้ยงจะมีกลีบดอกลักษณะบาง สีขาวสะอาดอีก 5 กลีบ ยาวประมาณ 8 เซนติเมตร กลีบนี้รูปร่างคล้ายลิ้นสุนัขภายในดอกจะมีเกสรตัวผู้สีเหลืองคล้ายดอกบัวจำนวนมาก ล้อมรอบเกสรตัวเมียซึ่งอยู่ตรงกลาง มีสีขาวเป็นตัวเมียแล้วกลีบดอกสีขาวก็จะเหี่ยวร่วงโรยหลุดออก ต่างจากนั้นกลีบเลี้ยงซึ่ง มีลักษณะหนาก็จะเริ่มห่อเข้ามาใหม่เป็นผล

ผล ผลมะตาดเป็นผลเทียม ผลกลมเหมือนเมื่อตอนดอกยังไม่บาน และเจริญ เติบโตขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อผลแก่เต็มที่จะมี ขนาดเท่า ๆ กระท้อนห่อ สีเขียวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง มีกลิ่นหอมแล้วหล่นลงแตกเมล็ดภายในกระจาย ออกขึ้นเป็นต้นอ่อนต่อไป มะตาดจะให้ผลปีละครั้ง บางต้นดกมากออกผลแต่ละครั้งนับเป็นร้อยผล ส่วนเมล็ดอยู่ด้านใน มีขนาดเล็ก จำนวนมาก เมล็ดแห้งมีขนาด 0.15-0.25 นิ้ว สีน้ำตาลเข้มรูปไต และขอบในมีขน โดยมะตาดแยกเป็น 2 ชนิด คือ มะตาดข้าวเหนียวและมะตาดข้าวเจ้า ตามรสสัมผัสของเนื้อผล ชนิดข้าวเหนียว เนื้อนิ่ม มีกากน้อย ผลมีสีเขียวจัด รสอร่อยกว่าชนิดข้าวเจ้า ชนิดข้าวเจ้า เนื้อหยาบ กระด้าง มีเส้นกากมาก ผลสีเขียวอมเขียว ส่วนของผลมะตาดที่นำมาแกงนั้น คือ ส่วนที่เป็นกลีบเลี้ยง ใช้เพียงกลีบที่ถูกซ้อนอยู่ภายใน 2-3 กลีบเท่านั้น นิยมใช้มะตาดชนิดข้าวเหนียว เพราะได้เนื้อเหนียวนุ่มกว่ามะตาดข้าวเจ้า มะตาดเป็นไม้ที่ผลมียางเป็นเมือก คล้ายกระเจี๊ยบมอญ มีรสเปรี้ยวและฝาด ยิ่งแก่ยิ่งเปรี้ยวจัด ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว ไม่ต้องปฏิบัติดูแลรักษา เหมือนต้นไม้อื่น ศัตรูไม่รบกวน ประกอบกับจะให้ผลดกมากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม หากนอกฤดูกาลจะหายากและราคาแพง แสดงดังภาพที่ 2

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ใบ ดอก

ลำต้น ลักษณะด้านในของผล ผล

ภาพที่ 2 ลักษณะต้น ใบ ดอก และผลของมะตาด
ที่มา : งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน (2563)

2.3.3 สรรพคุณและการใช้ประโยชน์ของมะตาด (ภิรมย์วรุณ, 2563)

2.3.3.1 รากใช้เป็นยาถอนพิษแมลงกัดต่อย

2.3.3.2 น้ำคั้นจากเปลือกและใบมีรสฝาดเป็นยาสมาน และใช้รักษาอาการท้องเสีย

2.3.3.3 ผลมะตาดใช้รับประทานเป็นผลไม้ได้ ผลมีเมือกเหนียวลื่นเหมือนวุ้น ช่วยเคลือบแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ป้องกันโรคกระเพาะได้ ต้านการอักเสบ ช่วยในการขับถ่าย ท้องไม่ผูก และเป็นยาระบายอ่อน ๆ ผลมะตาดมีสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระ อีกทั้งมีรสเปรี้ยว กินเป็นยาระบาย และใช้เป็นยาระบายบรรเทาอาการปวดท้อง หากทานผลสุกช่วยแก้อาการไอ ขับเสมหะ เป็นยาเย็นช่วยดับพิษร้อน ถอนพิษไข้ ช่วยต้านอาการลมชัก ลดระดับน้ำตาลในเลือด ปัจจุบันมีผู้คิดค้นดัดแปลง แปรรูป ผลมะตาดทำผลิตภัณฑ์สระผม

2.3.3.4 เมล็ดมะตาดที่แก่แล้ว นำมากินสดได้ มีรสชาติมัน เมล็ดนี้มีเมือกลื่นห่อหุ้ม สามารถใช้เมือกนี้บำรุงเส้นผมได้ โดยนำเมล็ดมะตาดที่มีเมือกผสมน้ำ 4-5 เท่า ใส่ในขวดปิดฝาให้สนิท เขย่าอย่างแรง กรองด้วยกระชอนหรือผ้าขาวบาง ใช้น้ำนี้หมักกับเส้นผม ราวครึ่งถึงหนึ่งชั่วโมง จากนั้นสระผมตามปกติ เชื่อกันว่า สารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในเมือกของเมล็ดมะตาดนี่เอง ที่ช่วยปกป้องเส้นผมจากแสงแดดและมลพิษ

2.3.3.5 มะตาดเป็นผลไม้ที่ชาวมอญนิยมนำมาประกอบอาหารรับประทานประจำวัน มาตั้งแต่โบราณของชาวมอญ โดยเฉพาะแกงส้มมะตาด แกงคั่ว ใส่กะทิหรือไม่ใส่กะทิ และอาหารอื่น ๆ ใช้ผลสดจิ้มกับเกลือทานได้ ให้รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นหอม หรือนำมาดองเพื่อยืด

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

การเก็บรักษา เชื่อม แช่อิ่ม หรือทำมะตาดกวน มะตาดสามรส ทำแห้งบดเป็นมะตาดผง เป็นต้น จะเห็นได้ว่า มะตาดมีคุณค่าทางโภชนการเหมาะกับการบริโภค โดยแสดงสารอาหารในตารางที่ 3

2.3.3.6 ต้นมะตาด นิยมนำมาปลูกไว้ในสวนบริเวณบ้าน เพื่อให้ร่มเงาและความร่มรื่น แต่ควรปลูกในพื้นที่กลางแจ้งและมีเนื้อที่มากพอสมควร ไม่ควรปลูกใกล้ชิดบริเวณบ้านเกินไป เพราะเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่กิ่งก้านสาขาแผ่ไปกว้างไกล อีกทั้งทำฟืน และเพื่อประดับบริเวณบ้านให้สวยงาม เพราะใบ ดอก และผลมะตาด มีลักษณะสวยงามน่าดู

2.3.3.7 เนื้อไม้นำมาทำเครื่องมือการเกษตร เครื่องเรือน ทำพานท้ายปืน และทำฟืน เป็นต้น นำเปลือกด้านในของผลมะตาด ใช้ทาท้องเรือเพื่อทำให้เรือแล่นเร็วเพื่อลดแรงเสียดทานใต้ท้องเรือ น้ำเมือกหรือยากภายในผลมะตาดทำเป็นกาวเหนียวยึดติดวัสดุได้

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของมะตาดจากส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	30.05
โปรตีน (กรัม)	1.83
ไขมัน (กรัม)	1.25
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	2.87
ใยอาหาร (กรัม)	6.43
เถ้า (กรัม)	2.42

2.4 ใยอาหาร (dietary fiber)

ใยอาหารไม่จัดว่าเป็นสารอาหาร เพราะร่างกายไม่มีเอนไซม์ช่วยย่อยสารกลุ่มนี้ แต่สารกลุ่มนี้ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ ใยอาหารจะช่วยดูดซับสารพิษและของเหลวในทางเดินอาหารและกระตุ้นให้ลำไส้บีบตัวขับถ่ายอุจจาระ ป้องกันท้องผูก ซึ่งเป็นการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย ใยอาหารจึงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการช่วยกำจัดสารพิษออกจากทางเดินอาหารก่อนที่สารพิษจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย (รวีโรจน์ อนันตธนาชัย และคณะ, 2551)

2.4.1 ใยอาหารแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.4.1.1 ใยอาหารประเภทที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary)

ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ เพคติน (pectin) กัม (gum) และสารเมือก (mucilage) มีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี สามารถรวมตัวกับน้ำในปริมาณมาก เกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่น และสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า มีสมบัติในการลดน้ำตาลและคอเลสเตอรอลใน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

กระแสเลือด ซึ่งสามารถดูดซับไขมันบางส่วนจากอาหารในลำไส้ก่อนที่จะถูกดูดซึมผ่านผนังลำไส้ จึงช่วยลดระดับไขมันในเลือดได้ ประกอบกับสามารถขจัดสารพิษจากโลหะบางชนิดได้ อีกทั้งช่วยให้เพิ่มปริมาณในกระเพาะอาหารให้อิ่มเร็ว และช่วยทำให้อุจจาระนุ่ม เมื่อละลายน้ำจะมีลักษณะหนืด ทำให้ลำไส้ย่อยและดูดซึมอาหารช้าลง ใยอาหารชนิดนี้พบมากในธัญพืชที่ไม่ขัดสี เช่น พืชตระกูลถั่ว รำข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ผลไม้บางชนิด เช่น ลูกพรุน แอปเปิ้ล ส้ม ถั่วเมล็ดแห้ง เป็นต้น (อุษาพร ภูคัสมาส, 2564)

2.4.1.2 ใยอาหารประเภทที่ละลายน้ำไม่ได้ (insoluble dietary)

ใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) เป็นต้น มีคุณสมบัติไม่อุ้มน้ำ ไม่สามารถรวมตัวกับน้ำได้ มีคุณสมบัติการพองตัวและดูดความชื้นได้สูง สามารถดูดน้ำได้ 20 เท่าของน้ำหนัก มีบทบาทสำคัญในการดูดซับสารก่อมะเร็ง ป้องกันการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่ร่างกาย และจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกายได้เร็วกว่าที่อุ้มน้ำได้ พบมากในรำข้าว รำข้าวสาลี ข้าวโพด ผักผลไม้ต่าง ๆ โดยเฉพาะที่แก่จัด ถั่วเมล็ดแห้งที่มีเปลือกหุ้ม เผือก มัน เป็นต้น (อุษาพร ภูคัสมาส, 2564) ใยอาหารกลุ่มนี้ จะช่วยกระตุ้นให้ลำไส้บีบตัวเพื่อขับเคลื่อนอุจจาระ ทำให้ขับถ่ายง่ายขึ้น ช่วยไม่ให้เกิดมะเร็งลำไส้ได้ ใยอาหารชนิดนี้เหมือนยาระบายธรรมชาติ ช่วยป้องกันโรคท้องผูกและโรคริดสีดวงทวาร

ตารางที่ 4 สารพฤกษเคมีกลุ่มใยอาหารในพืชผักสมุนไพร

สารพฤษเคมี	แหล่งอาหารที่พบ	ประโยชน์
เพคติน (pectin) กัม (gum) สารเมือก (mucilage)	- ธัญพืชที่ไม่ขัดสี เช่น รำข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ - ผลไม้ เช่น ลูกพรุน ส้ม แอปเปิ้ล - พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วแดง	- ละลายน้ำได้ดี มีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี จึงสามารถดูดน้ำช่วยทำให้ อุจจาระอ่อนนุ่ม ช่วยดูดซับสารพิษ และไขมันบางส่วน จากอาหารก่อนที่จะดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าสู่ร่างกาย
เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ลิกนิน (lignin)	- รำข้าว เช่น รำข้าวสาลี ข้าวโพด - ผักต่าง ผลไม้บางชนิด - ถั่วเมล็ดแห้ง - เผือก มัน	- ไม่ละลายน้ำ มีคุณสมบัติไม่อุ้มน้ำ ขับถ่ายออกจากร่างกายได้เร็ว ช่วยดูดซับสารพิษและกระตุ้นการขับถ่ายออกจากร่างกาย

ที่มา: รวิโรจน์ อนันตธนาชัย และคณะ (2551)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.4.2 ใยอาหารกับภาวะโภชนาการในแต่ละช่วงวัย

สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai Recommended Daily Intakes-Thai RDI) ปริมาณเส้นใยอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน คือ ประมาณ 25 กรัมต่อวัน ของพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวัน 2,000 กิโลแคลอรี่ของปริมาณอาหารทั้งหมดที่บริโภคในหนึ่งวัน (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) ซึ่งการได้รับใยอาหารในแต่ละบุคคลได้รับในปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอายุ เพศ และน้ำหนัก เป็นต้น สามารถแบ่งออกเป็นแต่ละช่วงวัยได้ดังนี้ (อุษาพร ภูคัสมาส, 2564)

2.4.2.1 ใยอาหารสำหรับเด็กทารกแรกเกิดถึงอายุ 5 ปี (อายุ 0-5 ปี)

ช่วงอายุแรกเกิดถึง 5 ปี เป็นช่วงที่ต้องการสารอาหารอย่างสูง เพื่อการเจริญเติบโต เน้นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน เสริมผักและผลไม้เนื้อนิ่ม เพื่อเสริมวิตามิน แร่ธาตุ ใยอาหารเล็กน้อยเพื่อช่วยให้ขับถ่ายง่ายขึ้น ซึ่งความต้องการใยอาหารของวัยนี้ยังไม่จำเป็นมากนัก โดยตองการพลังงานวันละ 1,000-1,300 กิโลแคลอรีตอวัน มีความต้องการใยอาหารปริมาณเฉลี่ยที่ควรได้รับอยู่ที่ประมาณ 8-10 กรัมต่อวัน

2.4.2.2 ใยอาหารสำหรับเด็กวัยประถมศึกษา (อายุ 6-12 ป)

เด็กวัยเรียนนี้มีความตองการพลังงานประมาณ 1,400-1,700 กิโลแคลอรีต่อวัน โดยพลังงานที่ได้รับตองมาจากคารโบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน และแรธาตุเป็นหลัก เพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโต การสร้างภูมิต้านทานโรค นอกจากนี้จำเป็นตองรับประทานปลา นม และไข่ เพื่อให้ได้รับโปรตีนที่ดีและกรดไขมันจำเป็นบางชนิด ในสวนของความตองการใยอาหารของเด็กอายุ 6-12 ปีความตองการประมาณ 12-16 กรัมตอวัน ซึ่งในวัยนี้ความจำเป็นของใยอาหารเนนมีสวนช่วยในการขับถ่ายที่สะดวกขึ้น

2.4.2.3 ใยอาหารสำหรับวัยรุน (อายุ 15-24 ป)

วัยรุนเป็นชวงวัยที่ตองการพลังงานสูงมาก โดยเพศชายตองการพลังงาน 1,700-2,300 กิโลแคลอรีตอวัน เพศหญิง 1,600-1,850 กิโลแคลอรีตอวัน เป็นวัยที่ตองการสารอาหารประเภทโปรตีนและแรธาตุ เช่น เหล็ก ฟอสฟอรัส และแคลเซียมสูง ความตองการใยอาหารของวัยรุนอยูที่ประมาณ 20-30 กรัมตอวัน ซึ่งบทบาทของใยอาหารในกลุมวัยรุนนั้นมีความสำคัญในดานการขับถาย และเหมาะกับผู้ที่มีปัญหาน้ำหนักตัวเกินและต่องการลดน้ำหนัก

2.4.2.4 ใยอาหารสำหรับวัยทำงาน (อายุ 25-59 ป)

วัยทำงานเป็นชวงวัยที่ร่างกายเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ ตองการพลังงานใช้ในการทำงานของร่างกาย และซอมแซมสวนต่าง ๆ โดยเพศชายตองการพลังงาน 2,000 กิโลแคลอรีตอวัน เพศหญิงตองการพลังงาน 1,600 กิโลแคลอรีตอวัน ใยอาหารควรบริโภคให้ได้วันละ 20-35 กรัมตอวัน ใยอาหารกับวัยทำงานนั้นถือวามีบทบาทคอนขางสูง เนื่องจากลักษณะการรับประทานอาหาร

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

หรือการดำเนินชีวิตที่การเคลื่อนไหวของร่างกายคอนข้างน้อย ทำให้อาหารที่บริโภคเขาไปซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาหารประเภทแป้งและไขมันไปกอให้เกิดโรค โดยปัญหาสุขภาพส่วนใหญ่เกิดจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เชน เบาหวาน ไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง และโรคอวน เป็นตน ซึ่งใยอาหารมีบทบาทตอโรคดังกล่าวข้างต้น คือ ใยอาหารสามารถลดอัตราการดูดซึมน้ำตาลเขาสู่กระแสเลือด จึงเหมาะกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน นอกจากนั้นใยอาหารสามารถดูดซึมสารอินทรียและสารอนินทรียบางชนิดได้ เชน กรดน้ำดี คอเลสเตอรอล ซึ่งการที่ใยอาหารดูดซึมน้ำดีมีผลทำให ตับออนดึงคอเลสเตอรอลที่สะสมไวออกมาผลิตเป็นน้ำดี เพื่อให้เกิดสมดุลกับร่างกายและใยอาหารยังมีความสามารถในการอุมน้ำทำให้เกิดการพองตัว เมื่อรับประทานเขาไป มีผลทำให้รูสึกอิ่มนาน จึงเหมาะสำหรับผูที่ตองการลดความอ้วน

2.4.2.5 ใยอาหารสำหรับวัยสูงอายุ (อายุ 60 ปขึ้นไป)

ความตองการพลังงานของผู้สูงอายุจะลดลงเมื่อเทียบกับวัยทำงาน เนื่องจากการเผาผลาญพลังงานและกิจกรรมการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นน อยลง ทำให้ตองลดปริมาณอาหารและหลีกเลี่ยงอาหารที่ให้พลังงาน สำหรับพลังงานที่ผูสูงอายุควรได้รับ 1,000-1,500 กิโลแคลอรีตอวัน ใยอาหารที่ควรได้รับ 25 กรัมตอวัน ซึ่งส่วนใหญ่ในวัยผู้สูงอายุมักมีปญหาสุขภาพ เช่น โรคอวนและโรคไมติดตอเรื้อรัง นอกจากนี้ยังมีอาการทองผูกมีสาเหตุมาจากการเคลื่อนไหวรางกายนอยลง ทำให้การทำงานของลำไสลดลงตามไปดวย จึงเกิดอาการทองผูก ใยอาหารจึงมีบทบาทช่วยให้ขับถ่ายง่ายขึ้น ทองไม่ผูกและลดความเสี่ยงตอการเป็นมะเร็งลำไสใหญ อันเนื่องมาจากการตกคางของอาหารในลำไสเป็นเวลานาน

ตารางที่ 5 ความต้องการพลังงานและใยอาหารในแต่ละช่วงวัย

ช่วงวัย	พลังงานที่ต้องการ (กิโลแคลอรี่/วัน)	ใยอาหาร (กรัม/วัน)
เด็กทารกแรกเกิดถึง 5 ปี	1,000-1,300	8-10
เด็กวัยเรียน	1,400-1,700	12-16
วันรุ่น	1,600-2,300	20-30
วัยทำงาน	1,600-2,000	20-35
ผู้สูงอายุ	1,000-1,500	25

ที่มา: อุษาพร ภูคัสมาส (2564)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.4.3 ประโยชน์ของใยอาหาร

2.4.3.1 โรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นกลไกที่ส่งผลให้คอเลสเตอรอลเข้าสู่กระแสเลือดลดน้อยลง ส่งผลให้ร่างกายลดการดูดซึมของไขมันและคอเลสเตอรอลได้

2.4.3.2 โรคเบาหวาน โดบใยอาหารชนิดละลายน้ำ มีประสิทธิภาพดีในการช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด จึงมีผลในการช่วยลดระดับน้ำตาลและลดภาวะแทรกซ้อนจากระดับคอเลสเตอรอลได้ สามารถลดระดับกลูโคสและอินซูลินได้ นอกจากนี้ใยอาหารชนิดละลายน้ำ สามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมด ส่วนใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำจะไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด แต่สามารถเพิ่มภูมิต้านทานโรคให้กับร่างกายได้

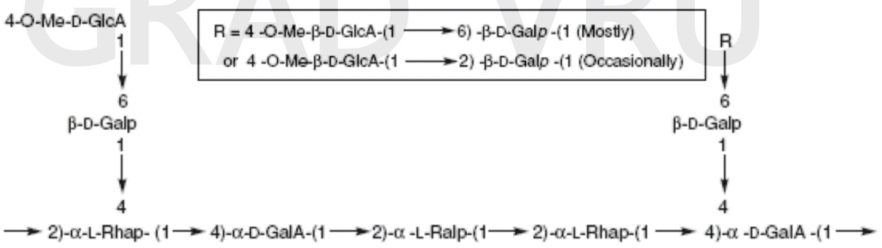
2.4.3.3 มะเร็งลำไส้ใหญ่ ใยอาหารอาจช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ การดูดซึมของสารก่อมะเร็ง เนื่องจากใยอาหารจะช่วยลด การสัมผัสของสารก่อมะเร็งต่อผนังลำไส้ อีกทั้งยังทำให้ระบบขับถ่ายดี

2.4.3.4 การลดน้ำหนักหรือควบคุมน้ำหนัก เพราะใยอาหารมีการดูดน้ำเข้ามาในทางเดินอาหารได้มาก ทำให้ร่างกายรู้สึกอิ่มเร็วมากขึ้น

2.4.4 โพลีแซคคาไรด์

2.4.4.1 มิวซิเลจ (Mucilage)

มิวซิเลจ คือ สารเมือกที่มีลักษณะคล้าวกาวมีความเหนียว ซึ่งจัดเป็นเส้นใยอาหาร ประเภท non-structure polysaccharide คือ เส้นใยอาหารที่ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์พืชภายในเซลล์และถูกเก็บภายในชั้นผนังเซลล์ สร้างขึ้นจากกระบวนการเมทาบอลิซึม ทำหน้าที่ เป็นสารเพิ่มความเหนียวผนังเซลล์ เมื่อกระจายตัวในน้ำจะได้สารแขวนลอยที่มีลักษณะลื่น ซึ่งมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ (soluble Fiber) จัดเป็นประเภทเดียวกันกับกัม (gum) พบในพืชบางชนิดในส่วนของเมล็ดพืช เช่น เมล็ดป่าน เมล็ดมัสตาสด์ เมล็ดแมงลัก เมล็ดเทียนเกล็ดหอย ส่วนเอนโดสเปิร์ม (endosperm) เมล็ดมะขาม ส่วนผิวเซลล์ชั้นนอกของใบมะขามแขก ส่วนเปลือกต้นอบเชย เป็นต้น มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 3 และแสดงดังตารางที่ 6



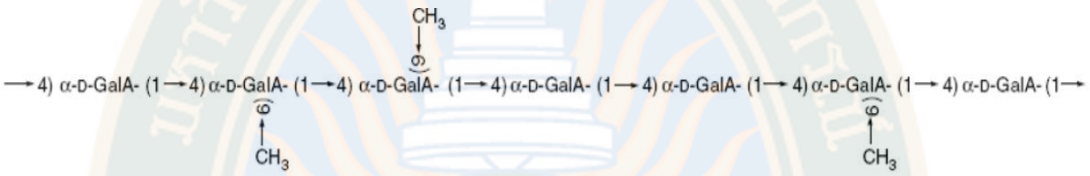
ภาพที่ 3 โครงสร้างของมิวซิเลจ (Mucilage)

ที่มา: ปิยนุสร์ น้อยด้วง (2555)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.4.4.2 แพคติน (pectin)

แพคตินเป็นเฮเทอโรโพลีแซคคาไรด์ ประกอบด้วยโพลิเมอร์ของกรดกาแลคทูโรนิก (D-galacturonic acid) มีกิ่งแขนงเป็นกาแลคโตส อะราบิโนส และแรมโนส และบางส่วนของหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ของกรดกาแลคทูโรนิกจะถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยหมู่เมทธิล ($-CH_3$) เป็นเมทธิเอสเทอร์ สูตรโครงสร้างดังภาพที่ 4 และแสดงดังตารางที่ 6 เพคตินทำหน้าที่หลักเป็นสารทำให้เกิดเจลในอาหาร และยังช่วยให้ความคงตัวและให้ความข้นหนืดในอาหาร



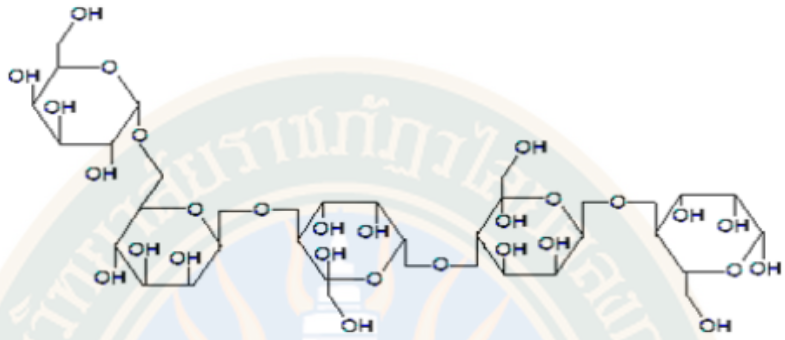
ภาพที่ 4 โครงสร้างของแพคติน (pectin)
ที่มา: ปิยนุสร์ น้อยด้วง (2555)

2.4.4.3 กัม (gum)

กัมเป็นสิ่งที่พืชสร้างขึ้น เมื่อเซลล์อยู่ในสภาวะไม่เหมาะสม เช่น สภาวะแห้งแล้ง โดยถูกสร้างออกมาตามรอยแตกของผนังเซลล์ เมื่อละลายกัมในน้ำ กัมจะพองตัวและกระจายตัวเป็นเนื้อเดียวกัน เกิดเป็นสารแขวนลอยที่มีลักษณะเหนียวและมีความข้นหนืด (sticky) โดยกัมจากเมล็ดพืชบางชนิด เช่น โลคัสบีนกัม (locust bean gum) กัวกัม (guar gum) และทารากัม (tara gum) เป็นสารกลุ่มกาแลคโตแมนแนน มีโครงสร้างหลักเป็นโพลิเมอร์สายยาวของแมนโนส มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 5 และแสดงดังตารางที่ 6 นอกจากนี้พบจากแหล่งกัมจากสัตว์ ได้แก่ เจลาติน (gelatin) จากหมูหรือวัว ไคติน (chitin) ไคโตซาน (chitosan) จากเปลือกกุ้ง และปู กัมจากสาหร่ายทะเล ได้แก่ กัมจากสาหร่ายสีแดง เช่น อะการ์ (agar) คาร์ราจีแนน (carrageenan) และกัมสาหร่ายสีน้ำตาล ได้แก่ แอลจิน (algin) อัลจิเนต (alginate) หรือกัมจากการหมักด้วยจุลินทรีย์ เช่น แซนแทนกัม (xanthan gum) หรือเจลเลนกัม (gellan gum) จากแบคทีเรีย เป็นต้น

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19



ภาพที่ 5 โครงสร้างของกัม (gum)
ที่มา: หยาดฝน ทนงการกิจ (2557)

ตารางที่ 6 พืชที่มีมิวซิเลจ แพคติน กัม ของพืชแต่ละชนิด

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่พบ	ชนิด
มะขาม (Tamarind)	*Tamarindus indica*	Endosperm of seed	mucilage tamarind gum
เครือหมาน้อย (Khruea-Ma-Noi)	*Cyclea barbata* Miers	leaves	pectin
แก้วมังกร (Dragon fruit)	*Hylocereus polyrhizus*	fruits	mucilage pectin
กระเจี๊ยบ (Okra)	Ablmoschusesculentus (linn.)	fruits	mucilage pectin
ย่านาง (Yanang)	*Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels	leaves	mucilage pectin
พุดซา (Jujube)	*Ziziphus mauritiana*	fruits	mucilage
มะตาด (Chulta)	*Dillenia indica Linn.*	fruits	mucilage

ที่มา: อุษาพร ภูคัสมาส (2564) และ Shome, Khanna and Sharma (1980)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.4.5 การนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

การใช้พอลีแซคคาไรด์ในในอาหาร เช่น กัวร์กัมให้เพื่อความข้นหนืดและให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์น้ำสลัดและซอส โลคัสบีนกัมเป็นสารช่วยในการอุ้มน้ำ และให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม คาร์ราจีแนนใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ผลิตภัณฑ์เนื้อ ขนมหวาน อะการ์ใช้ในผลิตภัณฑ์นม เนื้อ ลูกกวาด ขนมหวาน ส่วนเพคติน อัลจิเนต และแซนแทนกัม ใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ขนมหวาน และผลิตภัณฑ์ซอส เป็นต้น (แสดงดังตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 การประยุกต์ใช้มิวซิเลจ แพคติน กัม ในอุตสาหกรรมอาหาร

คุณสมบัติของอาหาร	ชนิดของพอลิแซคคาไรด์
Adhesive	gum arabic
Stabilizer	tamarind seed gum, guar gum, gum arabic, ispagol mucilage, gum tara, pectin, sodium alginate
Foam stabilizer	gum arabic
Flavor encapsulating agent	gum arabic
Thickening agent	pectin, guar gum, gum tara, locust bean gum, gum arabic
Gelling agent	pectin, aloe mucilage, agar, carrageenan, fenugreek mucilage, sodium alginate
Emulsifier, Emulsifying agent	tamarind seed gum, agar, guar gum, gum tragacanth, ispagol mucilage, karaya gum, xanthan gum

ที่มา: อุษาพร ภูศัสมาส (2564)

2.4.6 วัตถุเจือปนอาหาร

วัตถุเจือปนอาหาร เป็นวัตถุที่ปกติไม่ได้ใส่ในอาหารหรือส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางเทคโนโลยีการผลิต การแต่งกลิ่นรสอาหาร การเก็บรักษา หรือขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพหรือมาตรฐานของอาหาร รวมถึงวัตถุที่ไม่ได้เจือปนในอาหาร แต่มีภาชนะบรรจุไว้เฉพาะใส่รวมกับอาหารเพื่อประโยชน์ดังกล่าว

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

วัตถุเจือปนอาหารที่อนุญาตให้ใช้ ตามกฎหมายต้องเป็นวัตถุเจอปนอาหารที่ให้ใช้สำหรับอาหารที่ผ่านการประเมินความปลอดภัยแล้ว มีการกำหนดค่าความปลอดภัยไว้ โดยวัตถุเจือปนอาหารต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อกำหนดเฉพาะสำหรับเอกลักษณ์และความบริสุทธิ์ของวัตถุเจอปนอาหารของโคเด็กซ์หรือประกาศสำนักคณะกรรมการอาหารและยาว่าด้วยเรื่องคุณภาพและมาตรฐานของวัตถุเจือปนอาหาร การนำวัตถุเจอปนอาหารไปใช้ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขที่ใช้กำหนดคือ ต้องใช้ตามชนิดวัตถุเจือปนอาหาร ชนิดของอาหาร และปริมารสูงสุดที่ให้ใช้ได้ตามกฎหมาย แต่การใช้วัตถุเจือปนอาหารนั้นต้องไม่ใช้เพื่อปกปิดหรือซ่อนเร้นความบกพร่องของอาหาร หรือทดแทนการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์หรือวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร และที่สำคัญต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย เพื่อไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

2.4.6.1 หน้าที่ของวัตถุเจือปนอาหาร โคเด็กซ์ได้มีการอธิบายความในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มหน้าที่ของวัตถุเจือปนอาหาร โดยมีการแบ่งกลุ่มวัตถุเจือปนอาหารตามหน้าที่ออกเป็น 27 กลุ่ม ซึ่งขอกล่าวในส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) คือ รักษาส่วนผสมของสารที่รวมตัวกัน เช่น น้ำและน้ำมันในอาหารให้มีความสม่ำเสมอ มีหน้าที่ด้านเทคโนโลยี เช่น emulsifier, surface active agent, crystallization inhibitor, suspension agent เป็นต้น

2) สารทำให้คงตัว (stabilizer) คือ ทำให้การแขวนลอยของสารตั้งแต่ 2 ชนิดที่ไม่รวมกันอาหารมีความสม่ำเสมอ มีหน้าที่ด้านเทคโนโลยี เช่น stabilizer, foam stabilizer, emulsion stabilizer, colloidal stabilizer เป็นต้น

3) สารให้ความเหนียว (thickener) คือ ให้ความหนืดแก่อาหาร มีหน้าที่ด้านเทคโนโลยี เช่น thickener, bodying agent, binder, texturizing agent เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2556)

2.4.6.2 บัญชีข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหารที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอนุมัติการใช้เพิ่มเติม

1) กลุ่มฟอสเฟต (Phosphates)

1.1) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (potassium dihydrogen phosphate) ชนิดวัตถุเจือปนอาหาร INS: 340 (i) มีหน้าที่ สารควบคุมความเป็นกรด อิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้เกิดความชุ่มชื้น สารจับอนุมูลโหะ สารทำให้คงตัว สารให้ความเหนียว

1.2) ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (dipotassium hydrogen phosphate) ชนิดวัตถุเจือปนอาหาร INS: 340 (ii) มีหน้าที่ สารควบคุมความเป็นกรด อิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้เกิดความชุ่น สารช่วยจับอนุมูลโลหะ สารทำให้คงตัว สารให้ความข้นเหนียว เป็นต้น

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

1.3) ไทรโพแทสเซียมฟอสเฟต (Tripotassium phosphate) ชนิดวัตถุเจือปนอาหาร INS: 415 มีหน้าที่ สารควบคุมความเป็นกรด อิมัลซิไฟเออร์ เกลืออัลมัลซิไฟอิ้งค์ สารทำให้เกิดความชุ่มชื้น สารช่วยจับอนุมูลโลหะ สารทำให้คงตัว สารให้ความข้นเหนียว เป็นต้น

2) กลุ่มแซนแทนกัม (xanthan gum) ชนิดวัตถุเจือปนอาหาร INS: 415 มีหน้าที่ อิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้เกิดฟอง สารทำให้คงตัว สารทำให้ความเหนียว

3) แพคทิน (pectins) ชนิดวัตถุเจือปนอาหาร INS: 440 มีหน้าที่ อิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้เกิดเจล สารเคลือบผิว สารทำให้คงตัว สารให้ความเหนียว

4) กัวร์กัม (Guar Gum) ชนิดวัตถุเจือปนอาหาร INS: 440 มีหน้าที่ อิมัลซิไฟเออร์ สารทำให้คงตัว สารให้ความข้นเหนียว (กลุ่มกำหนดมาตรฐาน, 2556)

2.5 การทำแห้งในอาหาร

dehydration คือ การทำแห้ง หรือการดึงน้ำออก อาจเรียกว่า drying การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) ที่นิยมใช้มานาน โดยลดความชื้น (moisture content) ของอาหารด้วยการระเหยน้ำ ด้วยการอบแห้ง (dehydration) การทอด (frying) หรือการระเหิดน้ำส่วนใหญ่ในอาหารออก วัตถุประสงค์ของการทำแห้งอาหาร คือ ยืดอายุการเก็บรักษา การทำแห้งเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา (mold) ยีสต์ (yeast) แบคทีเรีย (bacteria) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) ยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ (enzyme) หรือชะลอปฏิกิริยาต่าง ๆ ทั้งทางเคมีและทางชีวเคมี ซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย (food spoilage) ทำให้อาหารปลอดภัย การลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้ง ทำให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity) น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และเพื่อทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง การบริโภค หรือการนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีอื่น ๆ สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกของผู้บริโภคมากขึ้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2562) วิธีการทำแห้งและเครื่องทำแห้ง มีดังนี้

2.5.1 การทำแห้งด้วยเครื่องมือ

2.5.1.1 ตู้อบแห้ง (cabinet drier) เป็นอุปกรณ์แปรรูปอาหาร หมายถึง เครื่องทำแห้งที่ใช้เพื่อการทำแห้งอาหาร ที่มีลักษณะเป็นตู้ ทำงานเป็นกะ เหมาะสำหรับโรงงานขนาดเล็กที่ไม่ต้องการกำลังการผลิตสูงมาก ได้แก่ การอบแห้งผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ สัตว์น้e สมุนไพร เครื่องเทศ เช่น กุ้งแห้ง กระชายดำแห้ง ภายใน ห้องอบ ถาดสำหรับใส่วัตถุดิบที่ต้องการอบแห้งเรียงเป็นชั้น ๆ ซึ่งอาจเรียกว่าเครื่องทำแห้งแบบถาด (tray drier) หรือภายในห้องอบ อาจเป็นไม้แขวนอาหารที่ต้องการอบ หรือรถเข็น เข็นอาหารเข้าใบในห้องอบ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.5.1.2 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drier) เป็นเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยหรือเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย คือ เครื่องทำแห้ง ที่ใช้ทำแห้งสำหรับอาหารเหลว เช่น นมผง น้ำผลไม้ กาแฟ ไข่ โดยใช้เครื่องพ่นละออง ทำให้อาหารเหลวเป็นละออง สัมผัสกับกระแสลมร้อนภายในห้องอบแห้ง ทำให้น้ำในอาหารระเหยออกไปอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นผงแห้ง ตกลงสู่ภาชนะรองรับด้านล่าง ผงบางส่วนที่รวมอยู่กับลมร้อนจะถูกแยกออกด้วยระบบแยกอาหาร ผงที่ได้มีความชื้นต่ำ (น้อยกว่าร้อยละ 5) นิยมใช้ในการผลิตอาหารแห้งมีลักษณะเป็นผง เช่น นมผง ครีมเทียม กาแฟผงกึ่งสำเร็จรูป ไข่ผง น้ำผลไม้ผง โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้น มอลโตเด็กตริน

2.5.1.3 เครื่องอบแห้งแบบสายพาน (belt drier) เป็นเครื่องทำแห้งชนิดหนึ่งที่ใช้เพื่อการทำแห้งอาหาร ทำงานแบบต่อเนื่อง จัดเป็น tunnel drier ชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้สายพานลำเลียงเป็นตัวลำเลียงเพื่อลดการใช้แรงงานนำเข้าและเอาผลิตภัณฑ์ออก อาหารจะถูกวางเรียงให้กระจายสม่ำเสมอบนสายพานที่มีลักษณะเป็นตะแกรงโปร่งให้อากาศผ่านได้ บริเวณที่อบแห้งมีลักษณะเป็นอุโมงค์อบแห้ง ที่มีลมร้อนเป็นตัวกลางถ่ายเทความชื้นออกจากชิ้นอาหาร แหล่งกำเนิดความร้อนอาจเป็นแก๊ส หรือไอน้ำร้อน

2.5.1.4 เครื่องทำแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด (fluidized bed drier) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำแห้งที่ใช้ลมร้อนเป่าผ่านชั้นวัสดุ ทำให้วัสดุลอยตัวเป็นอิสระ เกิดการคลุกเคล้าและสัมผัสกับลมร้อนอย่างสม่ำเสมอ มีอัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลสูง สามารถ ลดความชื้นของวัสดุลงได้อย่างรวดเร็ว เหมาะกับใช้ทำแห้งวัสดุที่เป็นเม็ดเล็กที่มีรูปทรงและขนาดสม่ำเสมอ เช่น เมล็ดธัญพืช ถั่ว เป็นต้น และยังใช้ได้กับของเหลวแบบข้นหนืด

2.5.1.5 เครื่องอบแห้งแบบแฟลช (flash drier) หมายถึง เครื่องอบแห้งที่ใช้สำหรับทำแห้งวัสดุที่เป็นเม็ดหรือเป็นผงเช่น แป้งสตาร์ช ซึ่งวัสดุถูกป้อนเข้าท่อลมร้อน ไหลลำเลียงด้วยลมไปตามท่อ เกิดการถ่ายเทความร้อนและ ความชื้นระหว่างลมร้อนกับวัสดุทำให้วัสดุแห้งอย่างรวดเร็ว

2.5.1.6 เครื่องทำแห้งแบบระเหิด (freeze drier) เครื่องทำแห้งโดยการแช่เยือกแข็งอาหารก่อน แล้วลดความดันภายใต้อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้น้ำแข็งระเหิดเป็นไอ (ที่อุณหภูมิเท่ากับหรือต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส น้ำแข็งระเหิดที่ความดันเท่ากับ 4.7 มิลลิเมตรปรอทหรือต่ำกว่า) วิธีการนี้เหมาะกับอาหารที่ไวต่อการสูญเสียคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการด้วยความร้อน อาหารแห้งที่ได้มีคุณภาพสูง และมีสมบัติในการคืนสภาพได้ดี แต่มีค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งที่ใช้ลมร้อนทั่วไป

2.5.1.7 เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum drier) เป็นเครื่องอบที่ใช้เป็นทำแห้งอาหาร ที่ทำงานภายใต้ภาวะที่ความดันอากาศต่ำกว่าความดันบรรยากาศสุญญากาศตาม phase diagram ทำให้น้ำระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำลงการทำให้เกิดสุญญากาศในห้องอบ จะใช้ปั๊มสุญญากาศเพื่อสูบอากาศออกการทำแห้งด้วยเครื่องอบสุญญากาศ จะช่วยรักษาคุณภาพของอาหารได้ดีกว่า

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

การทำแห้งที่ความดันบรรยากาศเครื่องอบสุญญากาศยังใช้เพื่อการหาความชื้นของอาหารที่ไวต่ออุณหภูมิสูง เช่น อาหารที่มีน้ำตาลสูง หรืออาหารที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนประกอบ เพื่อหลีกเลี่ยงการอบที่อุณหภูมิสูง ที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาด

2.5.1.8 เครื่องอบแห้งด้วยอินฟราเรด (infrared drier) Infrared drier หมายถึงเครื่องทำแห้งที่ใช้เพื่อการทำแห้ง โดยใช้รังสีอินฟราเรด การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด นำมาใช้เพื่อผลิตผลทางการเกษตรหลากหลายชนิด เช่น เมล็ดธัญพืช ข้าวเปลือก ถั่วลิสง เหมาะสมในการใช้งานกับวัสดุที่มีความชื้นไม่สูงมากการอบแห้งแบบอินฟราเรดอาจใช้ร่วมกับการให้ความร้อนแบบอื่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบแห้ง เช่น การใช้อินฟราเรดร่วมกับไมโครเวฟ เพื่ออบแห้งลำไย

2.5.1.9 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum drier) คือ เครื่องทำแห้งที่ใช้เพื่อการทำแห้งอาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด เช่น น้ำแป้งสุก ผลไม้บด เช่น กล้วย ทุเรียน

2.5.1.10 เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ (solar drier) คือ เครื่องทำแห้งที่ใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ ใช้สำหรับทำแห้ง ผลผลิตทางการเกษตร เช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพร อาหารทะเล (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2562)

2.5.2 การทำแห้งแบบโฟมเมท

อาหารที่มีลักษณะข้นเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว จากนั้นนำไปเกลี่ยบนถาดหรือเสื่อแล้วนำไปทำให้แห้งด้วยลมร้อนภายใต้บรรยากาศ ฟองอากาศขนาดเล็กที่กระจายอยู่ทั่ว จะไปเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการเคลื่อนที่และการระเหยของน้ำ ส่งผลให้สามารถทำแห้งในระยะสั้นโดยใช้อุณหภูมิในการทำแห้งไม่สูง สิ่งสำคัญของกระบวนการนี้คือ ความคงตัวของโฟมตลอดระยะในระหว่างกระบวนการทำแห้งจะทำให้อัตราการทำแห้งลดลง และส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย อาหารที่มีโปรตีนหรือโมโนกลีเซอไรด์โดยธรรมชาติจะสามารถทำให้เกิดโฟมได้ แต่โฟมที่เกิดขึ้นอาจจะมีความคงตัวต่ำ ไม่สามารถคงอยู่ตลอดการทำแห้งได้ สำหรับอาหารที่ไม่มีโปรตีนจำเป็นต้องใช้สารช่วยให้เกิดโฟมและสารรักษาความคงตัวของโฟม ซึ่งที่นิยมใช้คือ กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต (Glyceral monostearate; GMS) ซอยไอโซเลท (SP) โปรตีนไข่ขาว (Egg albumin) กระบวนการทำแห้งแบบโฟมเมท (Foam-mat) มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบหลายชนิด โดยเฉพาะวัตถุดิบที่ไวต่อความร้อน มีความหนืดหรือเหนียว หรือมีปริมาณน้ำตาลสูง เช่น น้ำผลไม้ หรือเนื้อผลไม้ข้น เช่น น้ำแอปเปิล เชอรี่ พีช ส้ม มะนาว เกรฟฟรุต สับปะรด หรือ องุ่น เป็นต้น การทำแห้งแบบโฟมเมทจะสามารถลดเวลาในการทำแห้งของอาหารลงได้ ซึ่งข้อดีของการทำโฟมเมท คือ การใช้ระยะเวลาที่สั้นลงและอุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก ทำให้การสูญเสียสารอาหารลดลง ผลจากการทำแห้งโดยการทำโฟมเมท มักนำมาบดเป็นผง โดยเฉพาะการผลิตผัก-ผลไม้ผง สามารถผลิตได้หลายวิธี เช่น การอบแห้งแล้วนำมาบดเป็นผง การทำแห้งแบบพ่นฝอย การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นต้น แต่การทำแห้งโดยการใช้ความร้อนสูงหรือใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนาน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สูญเสียคุณสมบัติ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ในการเป็นสารเสริมสุขภาพไป ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น มีกลิ่นไหม้ หรือมีการเปลี่ยนแปลงของสี นอกจากนี้ในผักหรือผลไม้บางชนิดที่มีความหนืดสูง หรือน้ำตาลสูงยังเป็นข้อจำกัดในการทำแห้งด้วย ในขณะที่การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งสามารถรักษาคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ดีและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพสูง แต่เทคโนโลยีดังกล่าวมีค่าใช้จ่ายและต้นทุนสูง เหมาะกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีต้นทุนการผลิตสูง ไม่เอื้อต่อการปฏิบัติในโรงงานขนาดเล็กหรือระดับหมู่บ้านหรือชุมชนของประเทศไทย เทคนิคการทำแห้งแบบโฟมเมทนี้ สามารถนำมาปรับใช้กับเทคโนโลยีการทำแห้งพื้นฐานหรือเครื่องมือและวิธีการทำแห้งอื่น ๆ เช่น การอบด้วยตู้อบลมร้อน การทำแห้งแบบถาด การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นต้น (วราภรณ์ ประเสริฐ, 2556)

2.5.2.1 สารที่ก่อให้เกิดโฟม (foaming agent)

สารก่อให้เกิดโฟม เป็นสารที่ใช้สำหรับเติมลงไปในอาหารเหลว เพื่อช่วยให้เกิดโฟมเมื่อตีปั่นเพื่อเติมอากาศจนเกิดโฟม ซึ่งเป็นของผสมระหว่างของเหลวหรือกึ่งของแข็งและอากาศ มีของเหลวเป็นส่วนต่อเนื่อง (continuous phase) และอากาศเป็นส่วนกระจาย (disperse phase) โดยมีชั้นของเหลวบาง ๆ เรียกว่า lamellae แยกฟองอากาศออกจากกันสารก่อให้เกิดโฟมที่เติมลงไปจะช่วยทำให้เกิดสภาพโฟม โดยทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงบริเวณ lamellae ทำให้อาหารอุ้มอากาศไว้ภายในได้มากขึ้นโดยฟองอากาศนั้นไม่แตกหรือแยกออกขณะเดียวกันจะช่วยรักษาสภาพโฟมให้คงตัวอยู่ได้นาน ทำให้โฟมมีความคงตัวยิ่งขึ้น ปกติโมเลกุลของสารที่ช่วยให้เกิดโฟมจะประกอบไปด้วยส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophile) ซึ่งเป็นพวกอนุมูลอิสระที่มีประจุเป็นส่วนที่จะละลายอยู่ในเฟสของน้ำ และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobe) เป็นส่วนที่ไม่มีประจุมักเป็นอนุพันธุ์คาร์บอนอะตอมที่มีสายยาว ๆ (aliphatic carbon chain) เป็นส่วนที่จะละลายอยู่ในเฟสของน้ำมัน

การเลือกใช้สารที่ทำให้เกิดโฟม คือ ต้องไม่มีรสชาติและไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร และสามารถทำให้เกิดโฟมได้ดีเมื่อใช้ในปริมาณต่ำและปลอดภัยสำหรับการบริโภค สารที่ทำให้เกิดโฟมที่ใช้ในอาหารที่สำคัญในกระบวนการทำแห้งแบบโฟม-แมท เช่น Methocel, Solubilized soya protein, Methyl cellulose, Glyceryl monostearate, Modified soya albumin และ Egg albumin แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ Methocel สารก่อให้เกิดโฟม 6 ชนิด ได้แก่ Methocel 65 HG, Egg albumin, glyceryl monostearate (GMS), methyl cellulose, Methocel 65 HG+egg albumin, Methocel 65 HG+

2.5.2.2 ข้อดีของกระบวนการทำแห้งแบบโฟม-แมท

1) ใช้ได้ดีกับอาหารเหลวหรืออาหารกึ่งเหลวที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบอยู่สูง โดยยังสามารถรักษาสีและกลิ่นไว้ได้ ขณะที่กระบวนการทำแห้งแบบอื่น ๆ เช่น การทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drying) การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum drying) ไม่สามารถทำได้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2) เป็นการทำแห้งที่ใช้ระยะเวลาทำแห้งน้อยมาก น้อยกว่ากระบวนการทำแห้งแบบอื่น ๆ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำกว่า

3) คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ได้ สามารถรักษาสี กลิ่น และความสามารถในการคืนรูปไว้ได้ดีกว่า กาทำแห้งโดยใช้ลมร้อนแบบอื่น ๆ และมีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

4) ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้มีลักษณะเป็นผง มีน้ำหนักเบา และสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำ

2.5.2.3 คุณสมบัติของอาหารที่มีผลต่อการคืนรูป

1) ความสามารถในการดูดซึมของผิวอาหาร ถ้ามีพื้นที่ผิวมาก และขนาดของอนุภาคที่เพิ่มขึ้นจากการเกาะเป็นก้อนเล็ก (agglomerate) จะช่วยในการดูดซึมของเหลวได้ดี

2) การจมน้ำ ขนาดอนุภาคที่ใหญ่และหนาแน่นที่สูง จะทำให้จมน้ำได้เร็ว

3) การกระจายตัว อาหารที่มีการกระจายตัวดี จะมีความสามารถในการดูดซึมของผิวอาหาร และคุณสมบัติการจมน้ำได้ดี

4) ความสามารถในการละลาย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของอาหารแต่ละชนิด ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากสภาวะในการทำแห้ง (สุภาวิณี แสนทวีสุข, 2557)

2.5.3 การเลือกวิธีการทำแห้ง

สุภาวิณี แสนทวีสุข (2557) กล่าวว่า ปัจจัยที่สำคัญในการเลือกวิธีการทำแห้งให้เหมาะสมกับอาหารแต่ละประเภท มีดังนี้

2.5.3.1 ชนิดและคุณสมบัติของอาหาร ควรจะทราบว่าอาหารที่ต้องการทำแห้งนั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญอย่างไร มีปริมาณความชื้นมากน้อยเพียงใด มีความต้านทานความร้อนได้ดีหรือไม่ และมีขนาดรูปร่างอย่างไร เป็นต้น

2.5.3.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ อาหารแห้งในสภาพใด เป็นชิ้น เป็นตัว หรือเป็นผง เป็นต้น นอกจากนี้ความชื้นสุดท้ายของอาหารแห้งหรือความแห้งที่ต้องการก็ต้องคำนึงถึงเนื่องจากบางวิธีไม่สามารถทำให้อาหารแห้งไม่ดีพอ ในขณะที่บางวิธีอาจทำแห้งจนเกินไป

2.5.3.3 ความสามารถในการทำแห้งของเครื่องมือ ควรศึกษาหารายละเอียดของเครื่องมือทำแห้งแต่ละชนิด ว่ามีความสามารถในการทำแห้งได้แค่ไหน มีความเหมาะสมกับอาหารที่จะนำมาทำแห้งในรูปแบบใด

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

2.5.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

การทำแห้ง คือ การเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ปัจจัยใดๆที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายนี้จึงมีผลต่ออัตราเร็วของการทำแห้ง

2.5.4.1 ธรรมชาติของอาหาร อาหารเนื้อโปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบ ซึ่งเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารเนื้อโปร่งจึงแห้งได้เร็วกว่าอาหารเนื้อแน่น อาหารที่มีน้ำตาลสูง จะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำจึงแห้งช้า อาหารที่มีการลวกนวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจึงแห้งได้เร็ว

2.5.4.2 ขนาดและรูปร่าง มีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกัน ขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อ น้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ ถ้าชิ้นเล็กมากทับถมกันระเหยเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงเกิดได้ช้า ทั้ง ๆ ที่พื้นที่ต่อหน่วยน้ำหนักมาก

2.5.4.3 ตำแหน่งของอาหารในเครื่องทำแห้ง น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่าหรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

2.5.4.4 ปริมาณอาหารต่อถาด ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อน หรือได้รับความร้อนจากถาดแล้วแต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้จึงแห้งช้า

2.5.4.5 ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน หรือความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อน อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มาก หรือมีความชื้นสัมพัทธ์สูง จะรับไอน้ำเพิ่มขึ้นได้น้อยจึงมีผลในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่

2.5.4.6 อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่ของน้ำดีขึ้นจึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งลดลงด้วย

2.5.4.7 ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วยเมื่อความเร็วลม เพิ่มขึ้นจึงเคลื่อนย้ายเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 3.73 เมตรต่อวินาที นอกจากนั้นความเร็วลมทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเครื่องทำแห้งอากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

2.5.4.8 สุญญากาศการทำแห้งในสภาวะสุญญากาศ จะทำให้น้ำในจุดเดือดที่อุณหภูมิต่ำทำให้น้ำระเหยได้ดีกว่า (สุภาวิณี แสนทวีสุข, 2557)

2.5.5 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการทำแห้ง

การทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารขึ้นกับธรรมชาติของอาหารและสภาวะที่ใช้ในการทำแห้ง ดังนี้คือ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD-VRU

2.5.5.1 การหดตัว การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอกส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า ๆ

2.5.5.2 การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้นเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมี การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากอุณหภูมิและช่วงเวลาที่อาหารมีความชื้นร้อยละ 10-20 มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูงในช่วงความชื้นนี้

2.5.5.3 การเกิดเปลือกแข็ง (case hardening) เป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นเปลือกหุ้มส่วนที่ยังไม่แห้งไว เกิดจากในช่วงแรกน้ำระเหยเร็วเกินไปน้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าไม่ทันหรือมีสารละลายของน้ำตาล โปรตีน เคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิวหน้า สามารถหลีกเลี่ยงโดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวหน้าแห้งก่อนเวลาอันสมควร

2.5.5.4 การสูญเสียความสามารถในการคืนรูป อาหารแห้งบางชนิดต้องนำมาคืนรูปแต่การคืนรูปโดยการเติมน้ำไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของผนังเซลล์

2.5.5.5 การสูญเสียคุณค่าทางอาหารและสารระเหย เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซีและแคโรทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ไรโบฟลาวิน จากแสงไทอะมันจากความร้อนยิ่งใช้เวลาการทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมากนอกจากนี้ยังทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม (สุภาวิณี แสนทวีสุข, 2557)

2.6 มาตรฐานอาหารสำหรับการกลืนลำบาก

ภาวะกลืนลำบาก หมายถึง ความลำบากในการกลืนอาหาร น้ำ หรือยา ซึ่งเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ระยะช่องปาก คอหอยและหลอดอาหาร มีสาเหตุจากความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับทั้งโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของช่องปาก คอหอย กล่องเสียง และ หลอดอาหาร โรคทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อจะเป็นสาเหตุหลักของภาวะกลืนลำบาก เนื่องจากโรคเหล่านี้มีความชุกเพิ่มขึ้นตามวัยที่เพิ่มขึ้น

ภาวะกลืนลำบากอาจจำแนกได้ตามตำแหน่งที่เกิดความ ผิดปกติ เช่น ภาวะกลืนลำบากจากช่องปากผิดปกติ (Oral Dysphagia) กลืนลำบากจากคอหอยผิดปกติ (Pharyngeal Dysphagia) และภาวะกลืนลำบากจากหลอดอาหารผิดปกติ (Esophageal Dysphagia) โดยความผิดปกติของช่องปากและคอหอยมักเกิดร่วมกันจึงเรียกว่า Oropharyngeal Dysphagia นอกจากตำแหน่งที่ผิดปกติแล้ว ควรพิจารณาด้วยว่าความผิดปกตินั้นมีผลกระทบต่อการส่งผ่านอาหารหรือการป้องกัน อาหารเข้าสู่ทางเดินหายใจ หรือโดนกระทบทั้ง 2 อย่าง เพื่อจะนำไปสู่การรักษาที่เหมาะสม นอกจากนี้ผู้สูงอายุที่มีภาวะกลืนลำบากจะเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนในเรื่องการขาดน้ำ ขาดอาหารและ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ภาวะแทรกซ้อนต่อระบบทางเดินหายใจได้ มากกว่าผู้ที่ไม่มีภาวะกลืนลำบาก (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2556)

2.6.1 กระบวนการกลืน

กระบวนการกลืน เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนต้องอาศัยการทำงานที่ประสานกันเป็นอย่างดีทั้งร่างกายและจิตใจ โดยระบบการรับความรู้สึกและประสาทสั่งการซึ่งทำงานภายใต้การควบคุมของจิตใจ และนอกเหนือการควบคุมของจิตใจหรือกลไกรีเฟล็กซ์ผ่านเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5, 7, 9, 10, 12 ซึ่งศูนย์ควบคุมการกลืนจะอยู่ที่สมองใหญ่ สมองน้อย และก้านสมอง การกลืนจะเกิดขึ้นในบริเวณช่องปากและคอหอย ซึ่งเป็นช่องทางร่วมที่มีทั้งอาหารและอากาศผ่าน ในปัจจุบันจึงเรียกช่องทางนี้ว่า Aerodigestive Tract กระบวนการกลืน (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2556) แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

2.6.1.1 ระยะช่องปาก (Oral Phase) ผู้สูงอายุจะมีการรับความรู้สึกลดลงทั้งต่อมรสอาหาร อุณหภูมิ และการรับสัมผัสต่อเนื้ออาหาร ส่งผลให้เกิดความรู้สึกเบื่ออาหารได้ง่าย พบว่าผู้สูงอายุร้อยละ 40 จะมีอาการปากแห้งจากการสร้างน้ำลายลดลง การไม่มีฟันและกำลังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการบดเคี้ยวลดลง ทำให้ผู้สูงอายุใช้เวลาในการบดเคี้ยวอาหารเพิ่มขึ้นกำลังและการประสานการทำงานของริมฝีปากและลิ้นลดลง ทำให้กระบวนการเตรียมอาหารและการส่งผ่านอาหารใช้เวลานานขึ้น และประสิทธิภาพลดลง จึงต้องมีการกลืนหลายครั้งกว่าอาหารจะหมดจากช่องปาก บางรายอาจมีอาหารเหลือค้างในปากจึงเป็นแหล่งสะสมของเชื้อก่อโรค โดยผู้สูงอายุจึงเสี่ยงต่อภาวะปอดอักเสบจากการสำลัก มี 2 ระยะย่อย คือ

1) ระยะเตรียมอาหาร (Oral Preparatory Phase) ริมฝีปากที่ปิดสนิท ลิ้นที่เคลื่อนไหวได้ดี กล้ามเนื้อที่ใช้ใน การบดเคี้ยว เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ระยะนี้ประสบความสำเร็จ หากเป็นอาหารแข็งเมื่อเข้าปากจะวางบนลิ้น จากนั้นลิ้นจะพาอาหารแข็งไปยังตำแหน่งของฟันเพื่อผ่านการบดเคี้ยวให้อาหารมีขนาดเล็กลง ในขณะเดียวกันการบดเคี้ยวจะกระตุ้นการหลั่งน้ำลายมาคลุกเคล้ากับอาหารให้นุ่มลง โดยกระบวนการทั้งหมดเป็นการเคลื่อนไหวที่เชื่อมต่อกันตั้งแต่กราม ลิ้น แก้มและ เพดานอ่อน

2) ระยะส่งอาหารเข้าสู่คอหอย (Oral Propulsive Phase) อาหารที่เตรียมแล้วจะวางอยู่ระหว่างลิ้นและเพดานปาก การสัมผัสกันของลิ้นและเพดานอ่อนด้านหลังจะทำหน้าที่ปิดกั้นไม่ให้อาหารลงสู่คอหอยก่อนเวลา เมื่อลิ้นกระดกขึ้นจะกวาดอาหารจากเพดานปากด้านหน้าไปยังเพดานปากด้านหลังช่วยส่งอาหารเข้าสู่คอหอย ในจังหวะเดียวกันเพดานอ่อน จะยกขึ้นเพื่อปิดช่องจมูกด้านบน ระยะนี้อาจมีการสะสมของอาหารจากระยะเตรียมอาหารหลายครั้งในคนปกติอาจจะนานถึง 10 วินาที ก่อนจะส่งอาหารเข้าสู่คอหอย

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

2.6.1.2 ระยะคอหอย (Pharyngeal Phase) เพดานอ่อนจะยกตัวขึ้นไปดันกับผนังด้านข้างและด้านหลังของคอหอย เพื่อปิดช่องจมูกด้านบน เมื่อลิ้นกวาดอาหารจากช่องปากด้านหน้ามาด้านหลังในขณะกลืนจะมีการหยุดหายใจ ซึ่งกินเวลาประมาณ 0.3-1 วินาที ขึ้นกับปริมาณอาหารที่จะกลืน กลไกที่ป้องกันไม่ให้อาหารลงสู่ทางเดินหายใจประกอบด้วย กล้ามเนื้อ Suprahyoid และ Thyrohyoid จะหดตัว จึงดึงทั้งกระดูก Hyoid และกล่องเสียงขึ้นไปด้านบน และไปด้านหน้าทำให้กล่องเสียงไปอยู่ใต้โคนลิ้น ฝาปิดกล่องเสียงจะพับมาด้านหลัง เพื่อปิดกล่องเสียง สายเสียงซึ่งอยู่ในกล่องเสียงจะปิด เพื่อป้องกันอาหารเข้าสู่หลอดลม กล้ามเนื้อหลายมัดในบริเวณคอหอยจะถูกกระตุ้นให้ทำงานร่วมกัน โดยหดตัวรับอาหารต่อเนื่องจากลิ้นแล้วดันลงสู่หลอดอาหารต่อไป ซึ่งหูรูดหลอดอาหารส่วนต้นจะเปิดออกรับอาหาร ทั้งนี้ มีหลายปัจจัยที่ช่วยให้หูรูดทางเดินอาหารส่วนต้นเปิดผู้สูงอายุจะมีรีเฟล็กซ์การกลืนที่คอหอยจะเกิดช้ากว่าคนหนุ่มสาว กล่องเสียงยกตัวขึ้นมารับกับฝาปิดกล่องเสียงช้า ความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อบริเวณคอหอยลดลงหูรูดของหลอดอาหารส่วนต้นเปิดช้า ส่งผลให้อาหารอยู่ในระยะคอหอยนาน โอกาสที่อาหารจะตกลงไปในบริเวณ Valleculate และ Pyriform Sinus มีมากขึ้น จึงมีความเสี่ยงสูงในการเกิดสำลักอาหารเข้าสู่ทางเดินหายใจ

2.6.1.3 ระยะหลอดอาหาร (Esophageal Phase) เป็นระยะที่อาหารผ่านจากหูรูดหลอดอาหารส่วนต้นลงสู่ทางเดินอาหารโดยการบีบไล่เป็นระยะ ๆ ในท่านั่งแรงโน้มถ่วง จะช่วยทำให้การบีบไล่อาหารลงสู่หลอดอาหารสะดวกขึ้น เมื่อถึงกระเพาะอาหารน้ำหนักของอาหารจะกระตุ้นให้หูรูดคลายตัว แล้วเปิดรับอาหารต่อไป เนื่องจากผู้สูงอายุระยะเวลาที่หูรูดของหลอดอาหารส่วนต้นเปิดจะสั้นลง จึงมีอาหารเหลือค้างที่คอหอยเสี่ยงต่อการสำลักเข้าทางเดินหายใจ แรงบีบไล่อาหารของหลอดอาหารจะลดลง ทำให้ผู้สูงอายุมีอุบัติการณ์ของภาวะ Hiatal Hernia มากขึ้น หากผู้สูงอายุล้มตัวลงนอนภายหลังรับประทานอาหารอิ่มใหม่ ๆ จะทำให้อาหารค้างอยู่ในหลอดอาหาร เรียกภาวะนี้ว่า Intraesophageal Stasis ซึ่งอาหารที่ค้างอยู่มีแนวโน้มจะย้อนกลับมาที่คอหอย และเกิดภาวะ Intraesophageal Reflux ได้ นอกจากนี้การที่ผู้สูงอายุมีน้ำลายลดลง จะเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะ Esophagitis เนื่องจากไบคาร์บอเนตในน้ำลายเป็นกลไกสำคัญที่ป้องกันหลอดอาหารจากการอักเสบในภาวะ Gastroesophageal Reflux และจากการศึกษาของ Wong และ Kinoshita พบว่าวัยสูงอายุและการมี Hiatal Hernia เป็นปัจจัยเสี่ยงของภาวะ Gastroesophageal Reflux (ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2556)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.6.2 การทดสอบมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน

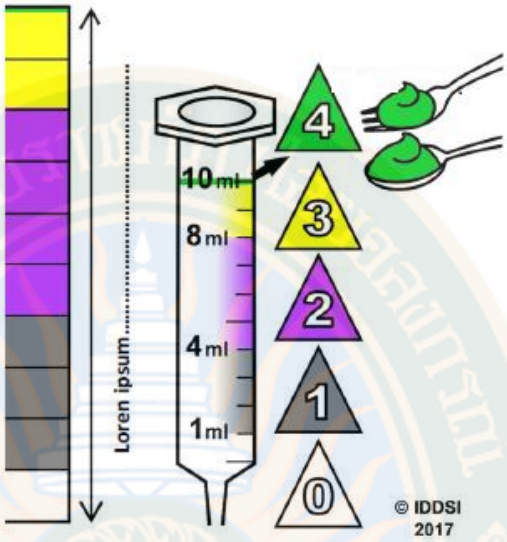
International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDDSI) เป็นหน่วยงานที่เริ่มมาตรฐานอาหารสำหรับผู้ป่วยการกลืนระดับสากล ได้ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ.2013 โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาคำศัพท์เฉพาะและคำจำกัดความสำหรับใช้อธิบายอาหารตามลักษณะความละเอียดของเนื้ออาหาร และความข้นหนืดของเหลวที่มีมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก เพื่อนำไปใช้กับผู้ป่วยที่มีภาวะกลืนลำบากทุกช่วงอายุ มาตรฐานนี้ประกอบด้วยมาตรวัดที่สามารถทำได้โดยผู้ที่มีภาวะการกลืนลำบาก ผู้ดูแล บุคลากรทางการแพทย์ วิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการบริการอาหารและอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อให้ยืนยันว่าอาหารและเครื่องดื่มตรงกับระดับ IDDSI

โดยใช้การอธิบายเนื้อสัมผัสของอาหาร แทนการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ พบว่าคุณสมบัติของอาหาร ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) ความยึดเกาะ (Cohesiveness) และความลื่นไหล (Slipperiness) เป็นปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึง นอกจากนี้ ขนาดและรูปร่างของอาหารยังเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงต่อการสำลัก จากข้อมูลดังกล่าว การทดสอบอาหารจึงต้องเน้นทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ (เช่น ความแข็ง ความยึดเกาะ ความยึดติด และอื่น ๆ) และรูปทรงทางเรขาคณิต หรือรูปร่างของอาหารด้วย คำอธิบายเกี่ยวกับเนื้อสัมผัสและคุณลักษณะของอาหาร ความจำเป็นและข้อจำกัดของเนื้อสัมผัสอาหารตามโครงสร้างของ IDDSI นั้นได้ริเริ่มมาจากการใช้คำศัพท์ทางเทคนิคหลากหลายในระดับชาติที่มีอยู่ และการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติอาหารที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการสำลักการใช้การทดสอบที่หลากหลายรวมกันจะช่วยให้แบ่งระดับของอาหารได้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งการทดสอบสำหรับอาหารบดละเอียด อาหารอ่อนนุ่ม อาหารเนื้อแน่น และอาหารเนื้อแข็งสามารถทดสอบด้วยวิธีดังนี้ โดยการวิจัยในครั้งนี้มีการทดสอบมาตรฐานอยู่ในระดับ 2 ซึ่งมีความเหมาะสมในความข้นของซุป

ซึ่งการทดสอบการกลืน กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ระดับ 2 หนืดน้อย โดยคุณลักษณะอาหาร ไหลออกจากช้อนได้ สามารถจิบได้ เทออกจากช้อนได้เร็ว แต่ช้ากว่าของเหลวไม่หนืด ต้องออกแรงมากขึ้นเล็กน้อยในการดูดจากหลอดที่มีขนาดมาตรฐาน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.3 มิลลิเมตร) สำหรับความหนืดระดับนี้ หากของเหลวไม่หนืดเล็กน้อยจะไหลเร็วเกินไปจนไม่ปลอดภัยในการดื่มของเหลวหนืดน้อย ระดับนี้จะไหลได้ในอัตราช้ากว่าเล็กน้อย อาจเหมาะสมสำหรับผู้ที่มีปัญหาการควบคุมการเคลื่อนไหวของลิ้น ประกอบกับการทดสอบการไหลตามมาตรฐาน การทดสอบโดยใส่ของเหลวในกระบอกฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ของเหลวจะเหลือค้างประมาณ 4-8 มิลลิลิตร หลักจากปล่อยให้ไหลภายใน 10 วินาที

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU



ภาพที่ 6 การทดสอบการไหลระดับ 2 หนืดน้อย
ที่มา: คณะกรรมการ IDDSI (2562)

2.6.3 ลักษณะอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการสำลัก

2.6.3.1 อาหารที่มีน้ำมาก มีน้ำออกมาจากตัวอาหารเวลาเคี้ยว เนื่องจากต้องอาศัยการกลืนน้ำลงไปก่อนขณะที่ในช่องปากกำลังจัดการชิ้นอาหารแข็ง เมื่อน้ำถูกกลืนได้เรียบร้อย ชิ้นอาหารถูกเคี้ยวให้แตกละเอียดและพร้อมที่จะถูกกลืนอย่างปลอดภัย ซึ่งเป็นกลไกที่ซับซ้อนของช่องปาก เช่น อาหารเนื้อสัมผัสแบบอาหารที่มีน้ำมาก ได้แก่ แตงโม เป็นต้น

2.6.3.2 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสระหว่างไม่หนืดกับหนืด เนื่องจากต้องอาศัยความสามารถในการให้ชิ้นอาหารส่วนแข็งในช่องปาก ขณะที่ของเหลวไม่หนืดถูกกลืนลงไป หลังจากกลืนแล้วชิ้นอาหารจะถูกเคี้ยวและกลืนตาม เช่น ซุปที่มีชิ้นอาหาร ซีเรียลกับนม ชานมไข่มุก เป็นต้น

2.6.3.3 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสแข็งหรือแห้ง เนื่องจากต้องมีความสามารถในการเคี้ยวที่ดี ทำให้อาหารแตกละเอียดและผสมไปกับน้ำลาย เพื่อให้นุ่มลงเพียงพอที่จะกลืนได้อย่างปลอดภัย เช่น ถั่ว แครอทดิบ ขนมปังเนื้อแข็ง เป็นต้น

2.6.3.4 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสเป็นเส้น ๆ หรือหยาบ เนื่องจากต้องอาศัยการเคี้ยวที่ดี เคี้ยวอย่างต่อเนื่อง ทำให้อาหารเป็นชิ้นเล็กกลืนได้อย่างปลอดภัย เช่น สเต็ก ก๋วยเตี๋ยว สับปะรด ฯลฯ

2.6.3.5 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสเคี้ยวหนึบ เนื่องจากมีควาเหนียว อาจติดเพดานปาก ฟัน กระพุ้งแก้ม และตกลงไปยังหลอดลมได้ เช่น ลูกอม ชีส หมากฝรั่ง มาชเมโล่ มันบดเหนียว ฯลฯ

2.6.3.6 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสเหนียวหนึบ เนื่องจากเหนียวและอาจติดเพดานปาก ฟัน และกระพุ้งแก้ม และตกลงไปยังหลอดลมได้ ต้องอาศัยการเคี่ยวอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดความเหนียว

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

โดยการเพิ่มน้ำลายทำให้การกลืนปลอดภัย เช่น เนยถั่ว ข้าวโอ๊ตสุกเกินไป เจลาติน เจลลี่ แป้งข้าวเหนียว ลูกอม ฯลฯ

2.6.3.7 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสแข็งเปราะ แข็ง หรือกรอบ เนื่องจากต้องใช้ความสามารถเคี้ยวอาหารให้แตกละเอียดและผสมไปกับน้ำลาย เพื่อให้นุ่มลงพอที่จะกลืนได้ เช่น เบคอนกรอบ ธัญพืชแห้ง ข้าวโพดคั่ว แอปเปิ้ล ฯลฯ

2.6.3.8 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสลักษณะแหลมคม เนื่องจากต้องใช้ความสามารถในการเคี้ยวอาหารให้แตกละเอียดและผสมกับน้ำลาย เพื่อให้นุ่มลงพอที่จะกลืนได้ เช่น ข้าวโพดอบกรอบ

2.6.3.9 อาหารที่แตกละเอียดได้ เนื่องจากจำเป็นต้องใช้การควบคุมของลิ้นที่จะทำให้การแตกละเอียดรวมตัวกับน้ำลาย คงรูปร่างและนุ่มพอที่จะกลืนได้ เช่น เค้ก คุกกี้ บิสกิต ฯลฯ

2.6.3.10 เปลือก แกลบ หรือส่วนนอก เนื่องจากมักพบว่าจะมีเส้น ๆ ส่วนแหลมคมและแข็ง ๆ ทำให้จำเป็นต้องมีการเคี้ยวที่ดีที่ทำให้อาหารเล็กลง และมีน้ำลายเพียงพอที่จะทำให้ชุ่มชื้นหรือมีความสามารถในการนำชิ้นอาหารออกจากปาก ชิ้นส่วนเล็ก ๆ อาจทำให้ติดฟัน เหงือก และคอเมื่อกลืน เช่น เปลือกถั่ว เปลือกองุ่น แกลบ รำ ฯลฯ

2.6.3.11 อาหารที่มีเนื้อสัมผัสซับซ้อน เนื่องจากต้องอาศัยการเคี้ยวและบดอาหารที่มีเนื้อสัมผัสหลากหลายในการทานแต่ละคำ เช่น แซนวิช มีทบอล พิซซ่า ฯลฯ

2.6.3.14 อาหารที่มีลักษณะแบนเป็นแผ่น เนื่องจากหากไม่ถูกเคี้ยวเป็นชิ้นเล็กจะกลายเป็นแผ่นบางและชุ่มอาจปิดกั้นช่องทางเดินหายใจ เช่น ผักกาดแก้ว แตงกวาหั่นบาง ใบผัก ฯลฯ

2.6.3.15 กระดูกหรือกระดูกอ่อน เป็นชิ้นส่วนที่แข็ง เคี้ยวและกลืนไม่ได้ ต้องอาศัยการควบคุมของลิ้นหลังเอาอาหารส่วนนี้ออกไปจากอาหารทั้งหมด เช่น ก้างปลา กระดูกไก่ ฯลฯ (คณะกรรมการ IDDSI, 2562)

2.7 อาหารประเภทซุป (Soup)

ซุป (Soup) หมายถึง อาหารน้ำชนิดหนึ่งต้มด้วยเนื้อสัตว์หรือผัก (ราชบัณฑิตยสถาน, 2525) โดยอาหารลักษณะเหลวปรุงจากเนื้อสัตว์ ผัก เครื่องเทศ สมุนไพร ทำการต้มเคี่ยวกับของเหลวจนเปื่อยนุ่มรับประทานได้ทั้งเนื้อและน้ำ มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและรับประทานง่าย ซึ่งซุปบางชนิดมีการกรองเอาแต่น้ำหรือซุปบางชนิด ใช้การบดเอาเนื้ออาหารที่เคี่ยวเปื่อยนำมารวมในซุป ทำให้สารอาหารต่าง ๆ คงอยู่ในซุป

การรับประทานซุปจัดเป็นอาหารเช้าได้เพราะมีลักษณะเหลวรับประทานได้ง่าย หรือจัดเป็นอาหารจานแรก (First Course) หรือเป็นอาหารจารหลักในมื้อนั้นโดยรับประทานร่วมกับขนมปัง

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.7.1 ประเภทของซุป

2.7.1.1 ซุปใส (Clear Soup) แบ่งได้ 2 ประเภทคือ ซุปใสธรรมดา ทำจากเนื้อสัตว์บดผสมรวมกับผัก เครื่องเทศ น้ำสต็อกเคี่ยวจนได้รสชาติหวานของส่วนผสมออกมาแล้วกรองปรุงรส และซุปใสคอนซอมเม่ (Consommé Soup) ซุปนี้มีความใส 100% ซึ่งมีลักษณะนี้มีสีน้ำตาลทองคล้ายสีชา มีความใสมากอาจเนื่องจากการนำไข่ขาวเป็นตัวช่วยจับโปรตีนที่ลอยอยู่ขณะเคี่ยวทำให้ซุปชนิดนี้ใสมาก ส่วนสีน้ำซุปมีสีน้ำตาลทองเกิดจากเครื่องปรุง ได้แก่ เนื้อมะเขือเทศเข้มข้น เพื่อเพิ่มสีน้ำตาลทองในซุป ให้รสเปรี้ยว หรือใช้หอมใหญ่ย่าง นำหอมหัวใหญ่ปอกเปลือก ล้างทำความสะอาด ผ่าครึ่งย่างในกระทะจนเหลือง ใส่หม้อขณะเคี่ยวซุปช่วยให้น้ำซุปมีสีน้ำตาลทอง ให้รสหวาน การใช้หัวหอมเป็นที่นิยมมากกว่าวิธีอื่น ส่วนการใช้น้ำตาลคาราเมล เป็นการเคี่ยวให้น้ำตาลไหม้ ใส่ในหม้อซุป วิธีการนี้ไม่ค่อยนิยมเนื่องจากทำให้น้ำซุปมีรสหวานมากเกินไป และมีกลิ่นของน้ำตาลไหม้ในซุป

ดังนั้น การทำน้ำซุปควรใช้ไฟอ่อน สังเกตจากการจากฟองที่เดือดพอประมาณเท่านั้น หากเดือดมากจะทำให้น้ำซุปขุ่นและไม่คนซุปมากเกินไประหว่างการเคี่ยว เมื่อซุปได้ที่สังเกตจากปริมาณของน้ำซุปที่ได้จากสามส่วนเหลือเพียงหนึ่งส่วน หากต้องการให้น้ำซุปใสต้องกรองด้วยผ้าขาวบางหลายชั้น เพื่อแยกกากออกเมื่อได้น้ำซุปนำไปตั้งไฟอีกครั้งพร้อมเสิร์ฟ

2.7.1.2 ซุปข้น (Thick Soup) เป็นซุปมีลักษณะข้นจากแป้ง นม ครีม ผักที่มีปริมาณแป้งมาก เช่น ซุปฟักทอง ซุปมันฝรั่ง ซุปผักรวม เป็นต้น ซุปชนิดนี้ทำจากการนำผักมาต้มเคี่ยวให้นิ่มแล้วยีในกระชอนหรือบดละเอียด นำมาปรุงรสด้วยเกลือ พริกไทย นมหรือครีม ซึ่งจะมีความข้นเมื่อตักแล้วเทจะไหลได้ง่ายแต่จะไม่เนียนมากนักเนื่องจากมีเนื้อผักผสม ส่วนซุปที่ข้นด้วยแป้ง เช่น ครีมไก่ ครีมซุปข้าวโพด ครีมซุปเห็ด เป็นต้น จะนำแป้งสาลีผัดกับเนย หอมใหญ่ พอแป้งสุกใส่น้ำสต็อกและส่วนผสมอื่น เคี่ยวจนนุ่มนำมาบดให้ละเอียดแล้วกรอง นำขึ้นตั้งไฟปรุงรสตามด้วยนมหรือครีมเป็นการเพิ่มความหอมมันรสชาติเข้มข้น โดยลักษณะที่ดีของซุปชนิดนี้ต้องมีสีขาวของนม ครีม และเนื้อละเอียดเนียน หากซุปมีความข้นเกินไปให้เติมน้ำสต็อกเพื่อลดความข้นลง

2.7.1.3 ซุปประจำชาติ (National Soup) เป็นซุปหรือลักษณะอาหารเป็นของเหลวที่นิยมแพร่หลายและมีชื่อเสียงของแต่ละชาติ เช่น ซุปหางวัว ซุปกาซปาโช ซุปผักอิตาเลี่ยน ซุปหัวหอมของฝรั่งเศสรับประทานคู่ขนมปัง เป็นต้น ส่วนซุปทางเอเชียที่มีชื่อเสียง เช่น เกี๊ยวน้ำ (ประเทศจีน) ซุปเต้าเจี้ยว (ประเทศญี่ปุ่น) ต้มยำกุ้ง (ประเทศไทย) ฯลฯ

2.7.2 องค์ประกอบของซุป

เนื้อสัตว์หรือผักที่ใช้เป็นเครื่องปรุงหลักในการทำซุปชนิดนั้น เช่น ครีมซุปไก่มีส่วนเนื้อไก่เป็นส่วนประกอบหลัก หรือซุปฟักทองจะมีฟักทองเป็นส่วนผสมหลัก ผักที่ใช้เพื่อความหวานและรสชาตินิยมใช้หัวหอมใหญ่ ต้นขึ้นฉ่ายฝรั่ง ต้นกระเทียมฝรั่ง หากเป็นซุปเอเชียนิยมใช้ หัวไชเท้า กะหล่ำปลี ผักกาดขาว เป็นต้น จะช่วยเพิ่มความหวานให้ซุปมีรสชาติกลมกล่อมเพิ่มขึ้น อีกทั้งการใช้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

เครื่องเทศและสมุนไพร จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญเพราะช่วยเพิ่มกลิ่นหอม และช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ เช่น ออริกาโน่ ผักชี พริกไทย ใบกระวาน ประกอบการทำซุปของเหลวเป็นส่วนประกอบหลักคือ น้ำสต็อก ทำมาจากการต้มเนื้อสัตว์ กระดูกสัตว์ ผัก ใช้เวลาในการต้มเคี่ยวเป็นเวลานานให้ได้รสชาติที่เข้มข้นตามวัตถุดิบที่ใช้ในอาหาร เช่น ซุปเต้าเจี้ยวต้องใช้น้ำสต็อกจากปลาคัทสึโอะหรือสาหร่ายคอมบุ ซุปหอมหัวใหญ่ให้น้ำซุปสีน้ำตาลจากน้ำสต็อกเนื้อ เป็นต้น โดยส่วนประกอบอื่น เช่น เกลือป่น พริกไทย ครีม นมสด เป็นการเพิ่มกลิ่นและรสชาติ (ดารามาศ แก้วแดง, 2548)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2.8 วัตถุดิบของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

2.8.1 ข้าวกล้อง

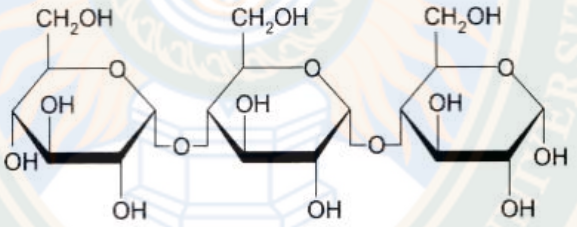
ข้าวเป็นพืชในสกุล (Genus) Oryza ซึ่งอยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกับหญ้า โดยข้าวชนิดที่คนไทยบริโภคคือ *Oryza sativa* L. ส่วนชนิดที่บริโภคในทวีปแอฟริกาโดยเฉพาะแอฟริกาตะวันตก คือ *Oryza glaberrima* Steud ซึ่งข้าวเจ้าที่มีประโยชน์คือข้าวที่มีสีหรือข้าวที่ไม่ขัดสี เช่น ข้าวกล้องมีลักษณะสีน้ำตาล หรือข้าวกล้อง หรือเกนมัย (Genmai) ในภาษาญี่ปุ่น หรือข้าวหยาบในภาษาจีน ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ข้าวขาวขัดสี และข้าวกล้องให้พลังงาน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีนในปริมาณใกล้เคียงกัน ข้าวกล้องเป็นข้าวที่ไม่ขัดสี ยังคงมีจมูกข้าวคงคุณค่าทางสารอาหาร โดยข้าวกล้องดิบ 100 กรัม ประกอบด้วยสารอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต 77.24 กรัม น้ำตาล 0.85 กรัม กากใย 3.5 กรัม ไขมัน 2.92 กรัม โปรตีน 7.94 กรัม และน้ำ 10.37 กรัม ประกอบกับมีสารอาหารที่จำเป็น เช่น วิตามินบี และวิตามินอี เบต้าแคโรทีน แกมม่า-โอไรซานอล เป็นต้น ซึ่งสารแกมม่า-โอไรซานอลให้ประโยชน์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดปริมาณคอเลสเตอรอล ลดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของคอเลสเตอรอลได้ดีกว่าวิตามินอ มีสารโอไรซานอลในข้าวมีฤทธิ์ลดภาวะกระดูกพรุน (ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์, 2553)

โดยองค์ประกอบของข้าวกล้องมีแป้งเป็นหลัก แป้งเป็นโพลิแซคคาไรด์ประกอบด้วยกลูโคสจำนวนหลายโมเลกุลมาต่อกัน อยู่ในลักษณะเม็ดแป้ง (Starch Granule) ที่บริสุทธิ์ร้อยละ 98-99.5 ซึ่งได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ เมล็ด หัว ราก และลำต้น มาสกัดด้วยวิธีการโม่ และทำให้บริสุทธิ์ด้วยการแยกแป้งออกจากองค์ประกอบอื่นของพืช โดยแป้งแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง ซึ่งสามารถแบ่งแป้งตามองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสน้อย เช่น แป้งที่ได้จากรากของพืช ได้แก่ แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งที่ได้จากลำต้น เช่น แป้งสาคู ส่วนแป้งที่มีอะไมโลสมากส่วนใหญ่ได้จากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี แป้งข้าวเจ้า และแป้งที่ไม่มีอะมิโลสหรือมีอะไมโลเพคตินสูง ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวฟ่าง เป็นต้น (ชนิดา หันสวาสดิ์, 2551)

GRAD VRU

2.8.1.1 องค์ประกอบของแป้ง โดยแป้งมีโครงสร้างประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน และประกอบด้วยกลูโคสหลายหน่วยมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (glucosidic linkage) ภายในเม็ดแป้งประกอบด้วยโมเลกุลของพอลิเมอร์กลูโคส 2 ชนิด ได้แก่ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2550)

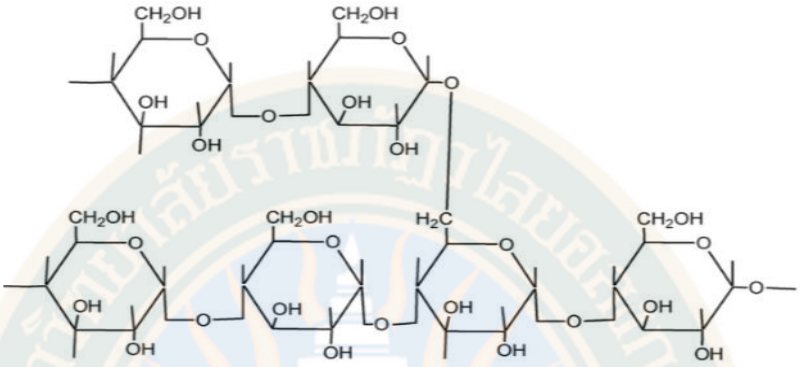
1) อะไมโลส (Amylose) ประกอบด้วยกลูโคสมีกลูโคสประมาณ 2,000 หน่วย เชื่อมกันด้วยพันธะแอลฟา-1, 4 กลูโคซิดิก ดังภาพที่ 4 โดยแป้งที่ได้จากธัญพืช เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวฟ่าง จะมีปริมาณอะไมโลสสูงถึง ร้อยละ 28 เมื่อเทียบกับแป้งจากพืชหัวและราก เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง และแป้งเท้ายายม่อมที่มีอะไมโลสร้อยละ 20 ซึ่งอะไมโลสมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่เมื่ออยู่ในน้ำจะสร้างพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลอะไมโลสข้างเคียงเป็นสายยาวคู่ขนานคล้ายตาข่าย อุ้มน้ำน้อยลงและตกตะกอนได้ ส่วนแป้งแว๊กซี่ (waxy starch) ที่ไม่มีอะไมโลสเป็นองค์ประกอบจะไม่เกิดการตกตะกอน



ภาพที่ 7 โครงสร้างอะไมโลส (Amylose)
ที่มา: Bordoloi, Kalita and Shil (2019)

2) อะไมโลเพคติน (Amylopectin) จัดเป็นพอลิเมอร์เชิงกิ่ง ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นแขนงมากกว่า 10,000 หน่วย เชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะแอลฟา-1, 4 กลูโคซิดิก และโครงสร้างบริเวณกิ่งสาขาเป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้นเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา-1, 6 กลูโคซิดิก ดังภาพที่ 5 ซึ่งแป้งโดยทั่วไปจะมีปริมาณอะไมโลเพคติน ประมาณร้อยละ 70-100 จัดเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่น้ำหนักโมเลกุลของอะไมโลเพคตินมากกว่าอะไมโลสประมาณ 100 เท่า ดังนั้นเมื่อทำให้แป้งสุกจะมีลักษณะเหนียวเกาะกันแน่น

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19



ภาพที่ 8 โครงสร้างอะไมโลเพคติน (Amylopectin)
ที่มา: Bordoloi, Kalita and Shil (2019)

2.8.1.2 คุณสมบัติของแป้ง

1) การดูซับน้ำ การพองตัว และการละลาย ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและการละลายของแป้ง คือ ชนิดของแป้ง ความแข็งแรงของโครงสร้าง ปริมาณน้ำในสารละลายแป้ง สิ่งเจือปนภายในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต และการละลายของเม็ดแป้งแต่ละชนิดมีรูปแบบที่แตกต่างกัน แป้งดิบจะไม่ละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาติไนซ์ เนื่องจากพันธะไฮโดรเจน ในหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งที่ใกล้เคียงกันเชื่อมต่อกัน แต่เมื่ออุณหภูมิของน้ำแป้งสูงกว่าอุณหภูมิเจลาติไนซ์ พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลายให้โมเลกุลของน้ำเชื่อมต่อกับหมู่ไฮดรอกซิลอย่างอิสระ เม็ดแป้งจึงพองตัวและละลายน้ำได้ ส่งผลให้ความหนืดแป้งเพิ่มขึ้น แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง ดังเช่นแป้งที่ได้จากธัญพืช ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลี มีโครงสร้างร่างแหภายในเม็ดแป้งที่แข็งแรงทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้น้อย ส่วนแป้งจากรากหรือลำต้น เช่น แป้งมันสำปะหลัง อุณหภูมิเจลาติไนซ์ต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช ทำให้มีการพองตัวและการละลายที่ดีกว่าและแป้งจากส่วนหัว เนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ และมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟตที่ทำให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้า ทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2550)

2) ความหนืดของแป้ง เกิดจากน้ำแป้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (pasting temperature) เม็ดแป้งจึงเริ่มเกิดความหนืด เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้ดี ปริมาณน้ำรอบเม็ดแป้งลดน้อยลง ทำให้เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยาก ส่งผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น จนถึงจุดที่มีความหนืดสูงสุด (peak viscosity) คือจุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ ขณะที่อุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น โดยมีแรงกวนอย่างสม่ำเสมอทำให้อะไมโลสและอะไมโลเพคทินภายในเม็ดแป้งแตกออกจนมีความหนืดลดลง จากนั้นเมื่ออุณหภูมิลดลง

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

จึงเกิดการจัดเรียงโครงสร้างใหม่ของโมเลกุลอะไมโลสที่ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นอีกครั้งเรียกว่า การเกิดรีโทรเกรเดชัน (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2550)

3) การเกิดเจล (Gelatinization) พอลิแซ็คคาไรด์กัมบางชนิด เช่น เพกทินอะการ์ สตาร์ช แอลจิเนต และคาร์ราจิแนน สามารถเกิดเจลได้ภายใต้ภาวะที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น เพกทินจะเกิดเจลได้ดีในน้ำร้อนที่มีน้ำตาลและกรด จึงนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตแยมและเจลลี่ ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อเรียบ และเป็นเจลที่แผ่ออกได้ (spreadable gel) สำหรับเพคตินที่มีหมู่เมทอกซิลน้อยจะเกิดเจลได้ดีเมื่อมีแคลเซียมไอออนและไม่มีน้ำตาล เมื่อนำสตาร์ชละลายในน้ำร้อนจะได้เจลที่มีเนื้อเนียนและขุ่น (smooth cloudy gel) แต่ถ้าใช้น้ำที่เย็นแล้วมีฟอสเฟตอยู่ด้วยสตาร์ชจะเกิดเจลได้โดยไม่ต้องผ่านความร้อนหรือการเกิดเจลาติไนซ์เซชัน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2557)

4) การคืนตัวของแป้ง (retrogradation) คือ การตกผลึกซ้ำ (recrystallization) ของแป้งหลังจากการเกิดเจลาติไนเซชัน โดยเมื่อเริ่มเกิดเจลาติไนเซชันจะพองตัวทำให้น้ำเข้าไปแทรก ซึ่งทำให้เกิดความเค้นในบริเวณที่มีรูปเป็นผลึก นำไปสู่การแตกตัวออกของส่วนที่มีสมบัติเป็นผลึก จนเกิดการพองตัวเต็มที่ จากนั้นน้ำแป้งหรืออาหารเหลวที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบเย็นตัวลง โมเลกุลที่อยู่ใกล้กันจะกลับมาจัดเรียงตัวกันใหม่ ทั้งอะไมโลสและอะไมโลเพคตินทำให้เกิดโครงสร้างใหม่ด้วยกระบวนการตกผลึกซ้ำ ได้เป็นแป้งที่มีความหนืดสูง คงตัวมากขึ้น เนื้อเจลขุ่นทึบแสง สามารถอุ้มน้ำ และไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก มักจะเกิดในกรณีของแป้งจากธัญชาติ โดยในระหว่างการเกิดการคืนตัวของแป้งหากลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจะเกิดการเร่งให้โครงสร้างจัดเรียงตัวแน่นขึ้น ซึ่งทำให้โมเลกุลของน้ำอิสระในโครงร่างของเจลถูกบีบออกมา เรียกว่า การแยกตัวของน้ำ (syneresis)

การเกิดรีโทรเกรเดชันจะเร็วหรือช้า ปัจจัยที่สำคัญคือความเร็วในการแพร่หรือการเคลื่อนที่ของโมเลกุล ซึ่งต้องอยู่ในระดับที่พอดีหากโมเลกุลอะไมโลสในแป้งมีขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ได้ช้า รวมถึงอะไมโลเพคตินที่มีสายโซ่โมเลกุลขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้ช้าเช่นกัน จึงเกิดการเรียงตัวกันใหม่ได้ยาก ส่งผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหาร เช่น อาจทำให้ความหนืดของน้ำแป้งเปลี่ยนไป เหลวขึ้น หรือทำให้เนื้อขนมขบเคี้ยวกรอบขึ้น ช่วยปรับความชื้นเพื่อเกิดการพองตัวที่ดีระหว่างการย่างแผ่นแป้ง ซึ่งระดับความชื้นที่มีอยู่ทำให้เกิดการระเหยเป็นไออย่างรวดเร็วเมื่อสัมผัสความร้อน ทำให้เกิดแรงดันภายในเกิดการพองตัว เป็นต้น (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2557)

2.8.1.3 ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

แป้งแต่ละชนิดให้คุณสมบัติที่แตกต่างกัน การนำแป้งมาใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหารจึงมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยต้องพิจารณาคุณสมบัติที่ต้องการเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่ดี ดังนี้คือ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

1) แป้งเป็นสารเพิ่มความหนืด (thickening agent) ทำให้เกิดเจลในอาหาร แป้งที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งมันฝรั่ง แป้งมันเทศ เมื่อได้รับความร้อนจะดูดซึมน้ำและพองตัวขึ้นทำให้เม็ดแป้งเกิดความหนืดขึ้น

2) สารทดแทนไขมัน (fat replacer) การทดแทนไขมันในอาหารแป้งจะเกิดเจลที่คงตัว มีความนุ่มคล้ายไขมันทำให้อาหารมีความข้นหนืดและเสถียรมากขึ้น แป้งที่นิยม ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง ซึ่งสารละลายแป้งที่เหมาะสมประมาณร้อยละ 25-30

3) ช่วยรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ (moisture retention) เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติในการดูดน้ำได้ดี รวมตัวกันส่วนผสมได้ดีเกิดโครงสร้างเจลเมื่อได้รับความร้อน สามารถพองตัวและกักเก็บความชื้นไว้ในผลิตภัณฑ์ได้

4) ช่วยเพิ่มความคงตัวของคอลลอยด์ (colloid stabilizer) แป้งโดยส่วนใหญ่มีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในแป้ง ทำให้มีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ไม่ดี แต่แป้งมีความคงตัวของระบบอิมัลชันได้ด้วยการพองตัว เพื่อขัดขวางการรวมตัวกันของหยดน้ำมัน เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำสลัด มายองเนส

5) ทำให้เกิดลักษณะที่เป็นเจล (gel forming agent) เมื่อให้ความร้อนในน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะแตกออกอะไมโลสหลุดออกมาจากเม็ดแป้ง ทำให้แป้งข้นหนืดเมื่อเย็นตัวลง โมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคทินจะจับตัวกันเกิดโครงสร้างใหม่ทำให้เกิดเจลแป้งขึ้นอีกครั้ง

6) เป็นสารห่อหุ้ม (encapsulating agent) สารให้กลิ่นรส สารให้สี หรือวิตามินต่าง ๆ (สุทธินี สีสังข์, 2552)

2.8.2 น้ำนมถั่วเหลืองผง

ถั่วเหลืองเป็นพืชตระกูล Leguminosae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Glycine max* (L.) Merrill จัดเป็นพืชล้มลุก ลำต้นมีขนคลุมอยู่ทุกส่วน ใบติดกับต้นสลับใบย่อย 3 ใบ รูปร่างคล้ายรูปไข่ปลายแหลม มีขน ดอกเล็กสีขาวอมม่วง ฝักแบนยาว มีเมล็ด 2-3 เมล็ด เป็นพืชที่ไม่ชอบน้ำขัง ปลูกได้ดีในดินร่วมปนดินเหนียว พื้นที่ในประเทศไทยที่ปลูกถั่วเหลือง ได้แก่ ภาคเหนือ เชียงใหม่ กำแพงเพชร เชียงราย ตาก ภาคกลาง ได้แก่ สระบุรี ลพบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ ปราจีนบุรี ภาคตะวันตก ได้แก่ กาญจนบุรี สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล (สุรีย์ แถวเที่ยง, 2552)

น้ำนมถั่วเหลือง หมายถึง เครื่องดื่มที่ไดจากการนำถั่วเหลืองที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร *Glycine max (L.) Merrill* มาล้างให้สะอาด แช่น้ำบดกับน้ำแล้วกรอง อาจมีการปรุงแต่งกลิ่นรสและเติมสวนผสมอื่น เช่น น้ำตาล น้ำลูกเดือย ชาเขียว นมผง สเตบิไลเซอร นำไปฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ก่อนหรือหลังบรรจุ ซึ่งการพาสเจอร์ไรซ เป็นกรรมวิธีการฆ่าเชื้อดวยความรอนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยตอผูบริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกวา 100 องศาเซลเซียส

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

และใชระยะเวลาที่เหมาะสมแลวทำใหเย็นลงทันที ประกอบกับตองเก็บรักษาโดยการแช่เย็น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558)

นมถั่วเหลืองมีหลายชนิด ได้แก่ น้ำถั่วเหลือง นมถั่วเหลือง นมถั่วเหลืองทรงเครื่อง นมถั่วเหลืองผง และผลิตภัณฑ์จากนมถั่วเหลืองอื่น ๆ โดยลักษณะทั่วไป เป็นของเหลวขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ มีสี กลิ่นรส ที่เป็นธรรมชาติของนมถั่วเหลืองที่ได้จากส่วนประกอบ ประกอบกับไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด กลิ่นแอลกอฮอล์ อีกทั้งต้องมีโปรตีนถั่วเหลือง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก มีระดับอะฟลาทอกซิน ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) ซึ่งน้ำนมถั่วเหลืองมีโปรตีนเทียบเท่าน้ำนมวัว มีกรดแอมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ไม่มีคลอเรสเตอรอล มีสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ไอโซฟลาโวน ซาโปนิน โอลิโกแซ็กคาไรด์ เส้นใยอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ เป็นต้น (สุธิดา อัครชนียากร ศิริกุล นิธิธนาธร และสิริกร ลิขิตวนิชกุล, 2564) ซึ่งในน้ำนมถั่วเหลืองช่วยปรับสมดุลฮอร์โมนเอสโตรเจน ช่วยป้องกัน และลดอัตราการสลายตัวของมวลกระดูก ทำให้กระดูกแข็งแรง ไม่ผสมน้ำตาลและครีมเทียม ปราศจากไขมันอิ่มตัว ไม่มีน้ำตาลแลกโตส (lactose) และกรดอะมิโนเคซีน (casein) เหมือนในน้ำนมวัวจึงทำให้คนที่แพ้นมวัวสามารถดื่มได้โดยที่ไม่มีอาการท้องเสีย (สุรีย์ แถวเที่ยง, 2552) ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำถั่วเหลืองกึ่งสำเร็จรูปที่จำหน่ายทั่วไป เช่น ผลิตภัณฑ์ดอยคำ นทถั่วเหลืองผงร้อยละ 100 เป็นการผลิตที่ใช้เมล็ดถั่วเหลือง ที่มีคุณภาพ ผ่านกระบวนการอบด้วยความร้อน กะเทาะเอาเปลือกออกและบดทั้งเมล็ด ด้วยเครื่องจักรบดเมล็ดถั่วเหลือง ที่เกิดจากน้ำพระราชหฤทัยของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ผลิตโดยโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูป เลขที่ 2 อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 สร้างอาชีพให้เกษตรกรไทย ตามแนวพระราชดำริกว่า 45 ปี โดยผลิตภัณฑ์คงไว้ซึ่งจมูกถั่วเหลืองและยังคงคุณค่าทางโภชนาการอย่างครบถ้วน ซึ่งข้อมูลทางโภชนาการของถั่วเหลืองผงต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ให้พลังงานทั้งหมด 70 กิโลแคลอรี่ พลังงานจากไขมัน 30 กิโลแคลอรี่ ไขมันทั้งหมด 3.5 กรัม โปรตีน 6 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 4 กรัม ใยอาหาร 2 กรัม เหล็กร้อยละ 8 และแคลเซียมร้อยละ 6 (ดอยคำ, 2565)

2.8.3 ครีมเทียมมะพร้าว

ผลิตภัณฑ์ครีมเทียม (Nondairy creamer) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากไขมันพืช ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมแพร่หลายในกลุ่มของเครื่องดื่ม หรือเครื่องดื่มกึ่งสำเร็จรูป เช่น โกโก้ และกาแฟ เป็นต้น เนื่องจากครีมเทียมช่วยเพิ่มความกลมกล่อมหวานมัน ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมในอุตสาหกรรมอาหารให้มีคุณสมบัติที่ดีมีคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ครีมเทียมที่ได้จะต้องมีลักษณะสีขาวนวล กลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ไม่เกิดการแยกตัวของไขมัน (Oiling off) และไม่เกิดลักษณะกลิ่นรสผิดปกติ (ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ ศิริพร ขำเลิศ และสุจิตรา บุญพิมพ์, 2556) ซึ่งครีมเทียมถูกคิดค้นและนำมาใช้กับกาแฟหรือเครื่องดื่มต่าง ๆ เพื่อความสะดวกเป็นหลักมีราคาถูก ขนส่งง่าย

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ประหยัดพื้นที่ ครีมเทียมมีกรดไขมันประเภทอิ่มตัวในปริมาณสูง ซึ่งครีมเทียมถูกจัดเป็นอาหารประเภทควบคุมเฉพาะในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 และกฎหมายได้ระบุคำจำกัดความของครีมเทียมไว้ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ที่มิได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญหรือครีมที่มีมันเนยผสมอยู่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของไขมันทั้งหมด โดยในทางอุตสาหกรรมอาหารมักใช้ไขมันพืชทำครีมเทียม แต่ที่นิยมผลิตในปัจจุบันคือ ครีมเทียมไขมันมะพร้าว เนื่องจากประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณค่อนข้างสูง ราคาถูก มีปริมาณโคเลสเตอรอลในกระแสเลือดน้อยกว่าไขมันจากเนย ซึ่งลักษณะครีมเทียมมีความเป็นผงละเอียด สีขาวนวล มีความหอม รสชาติมันเลียนแบบไขมันจากนม (วิสิฐ จะวะสิต, 2555)

2.8.4 น้ำตาลทราย

น้ำตาลทรายเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นซูโครสบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99 มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิดคือ

2.8.4.1 ประเภทของน้ำตาล

1) น้ำตาลทรายขาว เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึกที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวใส มีความสะอาดสูง ไม่มีกากน้ำตาล และมีความชื้นน้อยมากหรือไม่มีความชื้นเลย เป็นน้ำตาลทรายขาวที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป นิยมใช้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและในครัวเรือน

2) น้ำตาลไอซิ่ง น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 3 ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนหรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ส่วนมากการใช้น้ำตาลไอซิ่ง จะใช้ในการทำเบเกอรี่ เพราะความละเอียดของน้ำตาลจะช่วยให้ผสมได้ง่ายขึ้น

3) น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลชนิดนี้จะมีพวกคาราเมล แร่ธาตุ และมีความชื้นปนอยู่ด้วย แล้วยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่า น้ำตาลดิบ

2.8.4.2 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายมีความบริสุทธิ์ถึง 99.5 จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้ โดยน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลรี่ นอกจากพลังงานแล้วน้ำตาลทรายยังไม่ให้สารอื่นเลย น้ำตาลสีรำจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ยังมีวิตามินเอและไนอะซีนอีกด้วย ประโยชน์ของน้ำตาลให้ความหวาน ให้พลังงานแก่ร่างกายทำให้ร่างกายสดชื่น การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย ต้องการพลังงานที่มาจากน้ำตาลกลูโคส (glucose) คือแหล่งอาหารที่จำเป็นต่อเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ น้ำตาลช่วยในการถนอมอาหาร และใช้หมักอาหารได้ อีกทั้งน้ำตาลหากบริโภคมากเกินไปจะเกิดผลต่อร่างกายได้ เช่น ความหวานของน้ำตาล หากเกิดการ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

สะสมในร่างกายมากเกินไป จะทำให้น้ำตาลสะสมในเลือด ส่งผลต่อโรคต่าง ๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ระบบการย่อยอาหารไม่ดี มีกรดในกระเพาะอาหารมากเกินไป ทำให้ฟันผุ เป็นต้น เมื่อน้ำตาลเมื่อเข้าสู่ร่างกายมากเกินไป ทำให้ตับอ่อนทำหน้าที่ผลิตอินซูลิน เสื่อมสมรรถภาพ ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง โดยน้ำตาลที่สะสมในร่างกายจะถูกเก็บไว้ที่ที่ตับ หากมีปริมาณมากเกินไปตับจะส่งไปยังกระแสเลือดและเป็นกรดไขมัน เพื่อนำไปสะสมในร่างกายส่วนที่เคลื่อนไหวน้อย เช่น สะโพก ก้น หน้าท้อง ขาอ่อน เป็นต้น (อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล, 2544)

2.8.5 มอลโตเด็กตริน (Maltodextrin)

มอลโตเด็กตรินเป็นพลิเมอร์ของแซคคาไรด์ที่ ประกอบด้วย D-glucose หลายหน่วยมาต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1-4 มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาว ไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อย สามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง สำหรับอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทยนิยมใช้ DE 10-15 ซึ่งค่าสมมูลเด็กซ์โทรส (Dextrose Equivalent, DE) วัดจากอะไมเลสที่มีการย่อยแป้ง ที่สามารถย่อยกลายเป็นน้ำตาลกลูโคส 100% มีความชื้นร้อยละ 3-5 มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.31-0.61 กรัมต่อตารางเซนติเมตร จัดเป็นการวัดร้อยละของน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่ในมอลโตเด็กซ์ตริน ดังนั้นหามีค่า DE สูง แสดงว่าโมเลกุลของสตาร์ชถูกย่อยได้น้ำตาลกลูโคสมากจะมีความหวานมากกว่า maltodextrin ที่มีค่า DE ต่ำ

สารละลายที่ได้มีคุณสมบัติทางด้านความเป็นเนื้อ (body) และมีความหนืดสม่ำเสมอ เนื้อเรียบเนียน ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งให้กับวัตถุดิบก่อนที่จะนำมาทำแห้ง เป็นสารทดแทนความหวาน ช่วยห่อหุ้มสารให้กลิ่นรส ป้องกันการเกาะเป็นก้อนมีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำ เนื่องจากมีค่า DE ต่ำ จุดเยือกแข็งคงที่ เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ และช่วยลดการดูดความชื้นกลับในผลิตภัณฑ์ผง ซึ่งมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูง เช่น น้ำผลไม้ผง ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงไหลได้สะดวก อีกทั้งช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลน้อยลง และยังทำหน้าที่เป็นสารช่วยกักเก็บสารต่าง ๆ ที่ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้ เช่น อาหารสำหรับผู้ควบคุมน้ำหนัก อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน อาหารไขมันต่ำ ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งชนิดผง เป็นต้น (สุธิดา อัครชนียากร ศิริกุล นิธิธนาธร และสิริกร ลิขิตวนิชกุล, 2564)

2.8.6 ไข่ขาวผง (Egg Albumin)

โปรตีนสกัดจากไข่ขาวเป็นโปรตีนคุณภาพสูง ลักษณะเป็นผง สีขาวนวลคล้ายครีมเทียม มีกลิ่นคาวของไข่ ซึ่งทำมาจากไข่ไก่ 1 ฟอง ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 86 โปรตีนร้อยละ 12 เรียกว่าอัลบูมิน ซึ่งร้อยละ 90 ของไข่ขาวเป็นน้ำ ในการผลิตเป็นการสกัดเอาโปรตีนบริสุทธิ์จากไข่ขาวมาในรูปแบบชนิดผง ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์และสกัดแห้งแบบพ่นฝอย เพื่อระเหยน้ำออกที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส ใช้เวลาสั้น ทำให้โปรตีนไม่เกิดการแปรสภาพที่ยังคงคุณค่าอาหารไว้ครบถ้วน ก่อนสกัดเอาน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรต เพื่อให้ได้โปรตีนเข้มข้น แคลอรี่ต่ำ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ซึ่งสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีน (Functional properties of protein) จากไข่ขาวที่สำคัญคือ การเกิดโฟม (foaming) มีบทบาทสำคัญในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ การตีไข่ขาว ทำให้โปรตีนไข่ขาวสูญเสียสภาพธรรมชาติ เพราะแรงกล ทำให้โปรตีนคลายตัว และกักเก็บฟองอากาศไว้ภายในได้ดี เมื่อนำไข่ขาวมาตีจะเริ่มมีลักษณะเป็นฟองหยาบก่อน จนกระทั่งฟองอากาศเนียนละเอียด เพิ่มปริมาตรของอาหาร มีลักษณะเป็นโฟม โปร่งฟู นุ่มเบาหรือกรอบเบา เป็นต้น (ณวรา เปลี่ยนบุญเลิศ, 2561) ซึ่งประโยชน์และหน้าที่ของโปรตีนในไข่ขาว เป็นแหล่งโปรตีนที่จำเป็นในการสร้างอัลบูมินในกระแสเลือด ช่วยสร้างสมดุลในกระแสเลือด ป้องกันการติดเชื้อ แต่ถ้าหากขาดอัลบูมินจะทำให้เกิดภาวะบวมน้ำของร่างกายได้ หากได้รับพลังงานไม่เพียงพอตับไม่สามาถสร้างอัลบูมินได้ อีกทั้งยังมีผลทำให้ติดเชื้อได้ง่าย และช่วยฟื้นฟูกล้ามเนื้อ ช่วยสร้างและซ่อมแซมเซลล์เนื้อเยื่อในร่างกาย ป้องกันการฉีกขาดกล้ามเนื้อ จึงจำเป็นต่อนักกีฬาและผู้ออกกำลังกายที่ต้องการสร้างกล้ามเนื้อ (ไชยภร เก็บเงิน, 2562)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชมัยพร แรงกลาง และปราณี อ่านเปรื่อง (2552) เรื่อง การสกัดมิวซิเลจและสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจผงจากพุทราพันธุ์สามรส (*Ziziphus mauritiana lam.*) มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นอาหารที่มีหน้าที่เฉพาะ โดยเลือกระยะความสุกที่มีปริมาณมิวซิเลจมากที่สุด เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งแบ่งระยะความสุกของพุทราแก่หลังเก็บเกี่ยวเป็นเวลา 9 วัน มีปริมาณมิวซิเลจสูงที่สุด เมื่อลวกผลพุทราด้วยไอน้ำใช้เวลา 3 นาที เป็นภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์ ส่วนภาวะที่เหมาะสมในการสกัดมิวซิเลจ คือ ระดับอัตราส่วนเนื้อพุทราสุกต่อน้ำ 1:7 อุณหภูมิน้ำ 60 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนสารละลายมิวซิเลจต่อเอทานอล 1:3 สมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจผงที่ได้จากพุทราพันธุ์สามารถเปรียบเทียบกับกัวกัมและแซนแทนกัม พบว่า มิวซิเลจผงมีค่าความสว่างมากกว่ากัวกัมแต่น้อยกว่าแซนแทนกัม ความสามารถในการอุ้มน้ำเท่ากับ 73.35 กรัมน้ำหรือกรัมตัวอย่างแห้ง ค่าการดูดซับน้ำมันของมิวซิเลจผง เท่ากับ 4.97 กรัมน้ำมัน/กรัมตัวอย่างแห้ง ซึ่งมากกว่ากัวกัมและแซนแทนกัม และมีความสามารถในการทำให้เกิดอิมัลชั่น เท่ากับ ร้อยละ 52.22 โดยน้อยกว่าแซนแทนกัม และกัวกัม

ชุติกาญจน์ อิ่นแก้ว ธเนศ แก้วกำเนิด ชนันท์ภัสร์ ราษฎร์นิยม และกรผกา อรรคนิตย์ (2558) เรื่อง ผลของอัตราส่วนของเนื้ออินทผลัมต่อน้ำและสารก่อให้เกิดโฟมต่อคุณภาพการเกิดโฟมสำหรับการทำแห้งแบบโฟมเมท เป็นกระบวนการที่ใช้หลักการผสมอาหารเหลวกับอากาศให้เกิดโฟมแล้วนำไปอบแห้ง งานวิจัยนี้ศึกษาคุณภาพการเกิด โฟมของน้ำอินผลัม โดยเริ่มจากการนำน้ำอิทผลัมมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ โดยกำหนดอัตราส่วนเนื้ออินทผลัมต่อน้ำ 4 ระดับ คืออัตราส่วน 1:0.5, 1:1, 1:1.5 และ 1:2 พบว่า เมื่อสัดส่วนของน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็ง ค่าความหนืด และค่าความขุ่นมีค่าลดลง ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

(p>0.05) เมื่อนำน้ำอินทผาลัมมาเติมสารละลายของสารก่อให้เกิดโฟมที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน (GMS, SPAN 60, WPC ความเข้มข้นร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 ส่วน HPMC, CMC ความเข้มข้น ร้อยละ 0.5, 1, 1.5 และ 2) พบว่า เมื่อสัดส่วนของน้ำและความเข้มข้นของสารละลายสารก่อให้เกิดโฟมเพิ่มขึ้น โฟมของน้ำอินทผลัมมีค่าความหนาแน่นลดลง ค่า overrun และความคงตัวเพิ่มขึ้น แต่ HPMC และ CMC จะให้โฟมคุณภาพที่ดีเมื่อใช้ความเข้มข้นต่ำ (ร้อยละ 1)

ชุติมา อนุเทศ วิไล สนธิเพิ่มพูน ธีรพร กงบังเกิด และพันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี (2553) เรื่อง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ด้วยการทำแห้งแบบโฟมเมท วัตถุประสงค์การศึกษาคือ หาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต และประเมินคุณภาพของผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ ที่ได้จากการทำแห้งแบบโฟมเมท โดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก และให้สารก่อโฟม 3 ชนิด คือ เมโทเซลร่วมกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (1:1) และเมโทเซลร่วมกับซอยโปรตีนไอโซเลท (1:1) ปริมาณร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ผสมลงในส่วนสกัดจากใบตะไคร้ ความเข้มข้นมี 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.5, 1 และ 1.5 โดยน้ำหนัก ตีให้เป็นโฟม และอบแห้งที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที พบว่า การใช้เมโทเซลร่วมกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสความเข้มข้นร้อยละ 1 และอุณหภูมิอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส เป็นภาวะที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ผงตะไคร้ที่ได้มีคุณภาพดังนี้ ความชื้นร้อยละ 4.5 ปริมาณน้ำอิสระ 0.49 ค่าสี L, a* และ b* เท่ากับ 78.41, -1.82 และ 20.89 ตามลำดับ

ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์ ณัฐกานต์ พรนิคม และณชล นัทยาย (2561) รายงานวิจัยเรื่อง คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียว งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและคณสมบัติทางกายภาพของเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียวสกัดด้วยกรด 3 ชนิดคือ กรดไฮโดรคลอริก กรดไนตริก และกรดซัลฟูริก โดยแปรเวลาในสกัดเป็น 30, 60 และ 90 นาที การสกัดด้วยกรดซัลฟูริกที่เวลาในการสกัด 60 และ 90 นาที ได้ร้อยละผลผลิตของเพคตินสูงที่สุด แต่การสกัดด้วยกรดที่เวลานาน 90 นาทีทำให้สีของเพคตินที่ได้มีสีเข้มมาก ดังนั้น จึงเลือกใช้เวลาในการสกัดที่เหมาะสมที่ 60 นาที จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของเพคตินที่สกัดได้พบว่า มีปริมาณความชื้นร้อยละ 8.48±0.12 เถ้าร้อยละ 7.86±0.02 กรดกาแลคทูโรนิก 17.48±3.88 mg/ml และเมทอกซิลร้อยละ 12.51±0.94 ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพในด้านความแข็งแรงและค่าการทนต่อการพับงอของเจลเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียว มีความแข็งของเจลน้อยกว่าความหนืดสูงกว่าเพคตินจากทางการค้า และค่าความเปลี่ยนแปลงสีของเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียวเมื่อเปรียบเทียบเพคตินจากทางการค้ามีค่าสูง

ผานิตดา อัจฉริยนนท์ ปรานี ปิ่นเงิน รัตนา เฉลิมกลิ่น และพัฒนพงศ์ จินดามงคล (2549) รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาประโยชน์ของไม้พื้นบ้านเกาะเกร็ด: มะตาด มะตาดเป็นต้นไม้ยืนต้นที่เจริญเติบโตได้ดีบนเกาะเกร็ด ผลมะตาดอ่อนมีสีเขียว เนื้อผลเทียมที่รับประทานได้มีรสเปรี้ยว

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ขมเล็กน้อย และฝาดที่ผิวเปลือก ชาวไทยเชื้อสายมอญ นำผลมะตาดมาแกงเรียก แกงมะตาด (ปะฮะพร้าว) มะตาดมีคุณค่าทางสมุนไพรคือ ผลดิบ แก้ไข้ เป็นยาระบาย แก้ปวดท้อง ช่วยเคลือบแผลในกระเพาะ ผลสุก เป็นยาเย็น แก้ไข้ ขับเสมหะ ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำผลิตภัณฑ์จากผลมะตาด จำนวน 8 รายการ ได้แก่ มะตาดผง ชามะตาด น้ำมะตาด มะตาดกวน มะตาดแช่อิ่ม แยมมะตาด มะตาดสามรส และมะตาดเชื่อม ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชามะตาดและน้ำมะตาด โดยวิธีหาสเปกโทรโฟโตเมตรี และใช้อนุมูลอิสระที่ค่อนข้างเสถียร คือ DPPH เปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน คือ BHA พบว่า ชามะตาดและน้ำมะตาดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างต่ำคือ มีค่า EC เป็น 128.012 และ 76.773 mg/m ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ BHA ซึ่งมีค่า EC เป็น 1.878 mg/m ส่วนพลังงานในอาหาร มะตาดกวนจะให้พลังงานสูงสุด 368.10 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม รองลงมาคือมะตาดผง และแยมมะตาดให้พลังงาน 358.97 และ 298.98 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

พรเพชร ใจชื่น และวิสุทธนา สมุทรศรี (2557) เรื่อง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซกคาไรด์ชนิดของสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง และผักกูด มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซกคาไรด์ชนิดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนู ผักปลัง และผักกูด โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการสกัด คือ น้ำอุณหภูมิห้อง และน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่อัตราส่วนผักต่อน้ำ 1:1 โดยน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการสกัดสารเมือกของกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง คือ 80 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่หมาะกับการสกัดสารเมือกผักกูดคือ อุณหภูมิห้อง โดยนำมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ของสารสกัดผงพอลิแซกคาไรด์ของกระเจี๊ยบเขียว ค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.6, 22.8, 1.6, 2.6, 11.4 และ 51 ตามลำดับ ส่วนผักปลัง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.2, 14.8, 1.7, 2.5, 13.8 และ 63 ตามลำดับ ความหนืดที่ได้หลังการคืนรูปสารสกัดผงพอลิแซกคาร์ไรด์ของกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ และผักปลัง เท่ากับ 8.3, 3.45 และ 1.9 cP ตามลำดับ

รจนพรรณ บพิตรสุวรรณ และธนกร โรจนกร (2560) วิจัยเรื่องผลของมอลโทเดกซ์ตรินต่อลักษณะทางกายภาพบางประการของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงแห้ง วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณมอลโตเด็กตริน ต่อลักษณะทางกายภาพของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงแห้งจากการทำแห้งแบบโฟมเมท โดยใช้เมทธิลเซลลูโลสซึ่งเป็นสารช่วยให้เกิดโฟมร้อยละ 1.5 และแปรปริมาณมอลโตเด็กตรินร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนักของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวสด นำส่วผสมไปตีปั่นให้เกิดโฟมใช้เวลา 25 นาที เกลี่ยโฟมบนถาดหนา 2 มิลลิเมตร อบแห้งในตู้อบแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 8±1.00 บดให้เป็นผง ผลการทดลองพบว่า การเติมมอลโตเด็กตริน ไม่มีผลต่อกิจกรรมของน้ำในตัวอย่างแห้ง ($p \geq 0.05$) นอกจากนี้ การเติมมอลโตเด็กตริน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

มีผลทำให้ค่าความชื้น และระดับการจับกันเป็นก้อนลดลง ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความสามารถในการละลายและความแตกต่างของสีเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างผงแห้งที่เติมมอลโตเด็กตริน ร้อยละ 10 และ 15 มีลักษณะทางกายภาพไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ดังนั้นปริมาณมอลโตเด็กตริน ร้อยละ10 มีลักษณะกายภาพที่ดีในการทำเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผง

วรางคณา สมพงษ์ ภาสกร ธีระศิลป์วีสกุล และคณิน ศรีสาลีสกุลรัตน์ (2559) การสกัดกัมเมล็ดมะขาม (*Tamarindus indica* L.) ด้วยไมโครเวฟและการใช้ในผลิตภัณฑ์แยมสตรอว์เบอร์รี งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการสกัดกัมจากเมล็ดมะขาม และการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์แยมสตรอว์เบอร์รี พบว่า กำลังแมกนีตรอน 640 วัตต์ นาน 4 นาที ที่ pH 3 ให้เจลที่มีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด ($p \leq 0.05$) เจลที่ละลายที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 45 องศาบริกซ์ มีเวลาในการไหลมากที่สุด จึงเลือกใช้เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดเจลในการผลิตผลิตภัณฑ์แยมสตรอเบอร์รี โดยแปรอัตราส่วนระหว่างเพคตินต่อกัมเมล็ดมะขาม 4 ระดับ ได้แก่ 2:0, 1.5:0.5, 1:1 และ 0.75:1.25 โดยน้ำหนักสตรอว์เบอร์รีตีป่นทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้สเกลความชอบ 9-point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี ความสามารถในกาแผ่ กลิ่นรส รสชาติ การเกาะตัว และความชอบโดยรวม พบว่าแยมที่ใช้อัตราส่วนเพคตินต่อกัมเท่ากับ 1.5:0.5 มีระยะทางในการไหล ความสามารถในการแผ่ และคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่นรส รสชาติ การเกาะตัว และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากแยมสูตรมาตรฐาน (2:0) อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

วรุณี เชาวน์สุขุม (2562) วิจัยเรื่อง ทุนวัฒนธรรมด้านอาหารมอญ จังหวัดปทุมธานี เพื่อพัฒนาสู่เศรษฐกิจสร้างสรรค์ การวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาทุนวัฒนธรรมอาหารพื้นถิ่นมอญในจังหวัดปทุมธานี เพื่อการอนุรักษ์พัฒนาและเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบอาหารจากภูมิปัญญาชาวมอญ ผลการวิจัยพบว่า อาหารพื้นถิ่นมอญมีลักษณะเฉพาะและนิยมแพร่หลายมาก ได้แก่ ขนมจีน ข้าวแช่ แกงมะตาด แกงกระเจี๊ยบ ปลาร้ามอญ เป็นต้น ส่วนการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะตาด โดยอบแห้งผลมะตาดพบว่าลักษณะของกลีบมะตาดจะมีความแข็ง มีสีน้ำตาลเข้ม มีอัตราการคืนตัวต่ำและมีเมือกเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการอบแห้งผลมะตาดไม่สามารถทำให้มีรสชาติเหมือนเดิม และทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ทางกายภาพ ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการลวก โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งผลมะตาดสด จะมีปริมาณสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นสูง โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ(DPPH) และ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 103.61 mgAA และ 135.64 mg eq GA นอกจากนี้ยังมีวิตามินซี 2.41 mg แต่เมื่อนำมะตาด ผ่านกระบวนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าลักษณะของกลีบมะตาดจะมีความแข็ง มีสีน้ำตาลเข้ม ค่าน้ำอิสระ (a_w) 0.343 ส่วนการคืนตัวจะมีอัตราการคืนตัวต่ำ ลักษณะของกลีบมะตาดที่คืนตัวจะมีเนื้อสัมผัสที่แข็งและมีเมือกเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะตาดสดที่เป็นเมือกมีลักษณะเป็นวุ้นเหนียวลื่นของคนมอญ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ส่วนมะตาดแห้งมีสารต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีปริมาณ 1,497.99 mgAA และ 5,778.94 mg eq GA (น้ำหนักแห้ง) แต่วิตามินซีจะถูกทำลายด้วยความร้อน

สรศักดิ์ งามสง่า ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชีพ (2558) เรื่องผลของสารก่อโฟมต่อคุณลักษณะของกล้วยหอมอบแห้งแบบโฟมเมท งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาความเข้มข้นของสารก่อโฟมต่อคุณลักษณะของกล้วยหอมอบแห้งแบบโฟมเมท โดยใช้คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสเป็นสารก่อโฟมที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0.1-0.5 แปรเวลาในการตีปั่น 20-30 นาที พบว่า โฟมกล้วยหอมที่มีคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 เวลาตีปั่นผสม 25 นาที มีความหนาแน่นต่ำแต่มีอัตราการขึ้นฟูสูงเท่ากับ 0.03 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และร้อยละ 272.25 ตามลำดับ เมื่อนำโฟมกล้วยหอมอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องสาเซลเซียส นาน 1.5 ชั่วโมง มีค่าความสว่าง (L) ค่าสีเหลือง (b*) ความเข้มสี (chroma) และเฉดสี (hue angle) เท่ากับ 68.45, 36.10, 37.26 และ 75.70 ตามลำดับ อีกทั้งมีความชื้น ดัชนีการละลาย และดัชนีการอุ้มน้ำ เท่ากับ ร้อยละ 5.68, 80.71 และ 0.18 ตามลำดับ

สิตา ทิศาดลดิลก และเอื้อมพร รัตนสิงห์ (2562) ทำการวิจัยเรื่องฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากมะตาด มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ Total phenolic และหาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเนื้อผลและเปลือกผลมะตาด ด้วยวิธี DPPH และ FRAP assay โดยนำเปลือกและเนื้อผลมะตาดสดและแห้ง โดยนำผลมะตาดสดมาอบที่อุณหภูมิประมาณ 45-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หาปริมาณน้ำของผลมะตาดในรูปร้อยละความชื้น นำส่วนเปลือกและเนื้อของผลมะตาดสดและแห้งมาสกัดด้วยเอทานอล โดยวิธีการหมักสารสกัดหยาบที่ได้ไปหาปริมาณ Total Phenolic และหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระผลการวิจัยพบว่า ร้อยละความชื้นของเปลือกและเนื้อของผลมะตาด เท่ากับ 88.40 และ 69.19 ตามลำดับ ร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบจากเนื้อมะตาดแห้งมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 19.06 ส่วนจากเปลือกมะตาดสด มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.34 ผลการวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าสอดคล้องกันทั้งสองวิธีคือสารสกัดจากเนื้อผลมะตาดแห้งมีค่า EC50 น้อยที่สุด เท่ากับ 0.004 mg/ml จึงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด ส่วนสารสกัดจากเปลือกมะตาดแห้งมีค่า EC50 มากที่สุดเท่ากับ 0.26 mg/ml มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด สารสกัดหยาบจากเนื้อผลมะตาดแห้งมีปริมาณ Total phenolic มากที่สุดเท่ากับ 80.34 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัม ตัวอย่างรองลงมาเป็นเปลือกผลมะตาดสดและเนื้อผลมะตาดสด และเปลือกผลมะตาดแห้ง มีปริมาณ Total phenolic น้อยที่สุดตามลำดับ (10.29 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง)

ปิยนุสร์ น้อยด้วง และวชิรพันธ์ จันทร์พงษ์ (2549) ทำการวิจัยเรื่องการใช้มิวซิเลจแห้งจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณกล้วยหอมและศึกษาปริมาณมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ประกอบกับศึกษาองค์ประกอบทางเคมี จุลินทรีย์ ในผลิตภัณฑ์พบว่า ปริมาณของมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น ไอศกรีมจะมีความหนืดสูงขึ้น และมีผลทำให้อัตราการขึ้นฟูและการละลายลดลง โดยไอศกรีมกล้วยหอมที่เติมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวมสูงที่สุด และเมื่อนำมาทดสอบเปรียบเทียบกับไอศกรีมกล้วยหอมสูตร มาตรฐานที่ใช้กัวร์กัมเป็นสารให้ความคงตัว พบว่าสูตรที่ใช้มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักมีเนื้อสัมผัส การละลายในปากและความชอบโดยรวมสูงกว่า และองค์ประกอบทางเคมีของไอศกรีมกล้วยหอมที่เติมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 0.5 พบว่ามีความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันเถ้า และเส้นใย ร้อยละ 73.83, 16.07, 4.90, 4.20, 1.00 และ 7.30 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับไอศกรีมกล้วยหอมสูตรมาตรฐาน พบว่ามีปริมาณเส้นใยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Sharma, Lahkar and Nath (2013) วิจัยเรื่องศึกษาการสกัด ลักษณะ และการศึกษาความสอดคล้องของโพลิแซคคาไรด์จากมะตาด *(Dillenia indica)* และกระเจี๊ยบเขียว *(Abelmoschu sesculentus)* ด้วยเมตฟอร์มินไฮโดรคลอไรด์ (Metformin Hydrochloride) เพื่อการพัฒนาระบบนำส่งยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการสกัดโพลิแซคคาไรด์ (*Dillenia indica*/DI) และกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmoschu sesculentus*/AE) เพื่อใช้เป็นสารโพลีเมอร์ในระบบการนำส่งยา ซึ่งสกัดสารเมือกด้วยการตกตะกอนจากอะซิโตน การหาปริมาณเพคตินโดย Carbazole และการทดสอบความเข้ากันได้โดย FT-IR เป็นการทดสอบทางเคมีและกายภาพของเพคติน ซึ่งจากการทดสอบ Carbazole แสดงให้เห็นว่ามีเพคติน และ FT-IR แสดงให้เห็นว่า ความเข้ากันได้กับเพกตินบริสุทธิ์เช่นเดียวกับ Metformin HCl (ยาต้นแบบ) โดยการศึกษานี้สามารถใช้สารในระบบนำส่งยาได้

Jacob, Fidelis, Ben, Ibok, Vincent, Delight, Juliana and Beatrice (2020) วิจัยเรื่องการสำรวจและประเมินผลสารสกัดกระเจี๊ยบเขียวในระยะต่าง ๆ โดยกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจของแอฟริกาใต้ มีความสำคัญทางด้านอาหารและยา โดยทำการสอบถามผ่านแอปพิเคชั่น จากการสำรวจพบว่า กระเจี๊ยบเขียวเป็นที่รู้จัก (ร้อยละ 96.9) คนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94.7) ของผู้ตอบแบบสอบถามใช้กระเจี๊ยบเขียวเป็นอาหาร และทำเป็นยา (ร้อยละ 22.1) และสำหรับการใช้งานอื่น ๆ (ร้อยละ 9.6) ผู้ตอบแบบสอบถามใช้กระเจี๊ยบเขียวกันอย่างแพร่หลายในซุป (ร้อยละ 73.1) และสตูว์ (ร้อยละ 68.7) นิยมบริโภคกับบังกุ (banku) ร้อยละ 81.3% และทูโอซาฟี (tuo zaafi) ร้อยละ38.8 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ (ร้อยละ 65.2) ให้ความสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งการสกัดน้ำเมือกที่ pH 6.0 ให้ความหนืดที่ดีและมีสารละลายเพคติน โดยควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวให้ผลผลิตเพคตินสูงสุดคือ ผลห่าม รองลงมาคือ ผลอ่อน ซึ่งค่าความหนืดจะพบมากในผลที่ยังไม่แก่จัด ซึ่งการวิจัยควรศึกษาขั้นตอนการพัฒนาที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บเกี่ยวผลกระเจี๊ยบเขียว เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพของกระเจี๊ยบเขียวสำหรับการใช้งาน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

Meeprathom, Jongrattanavit and Kooprasertying (2018) วิจัยองค์ประกอบสารประกอบฟีนอลิก สารต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของมะตาด (*Dillenia indica* Linn.) จากส่วนของผลในการสกัดด้วยตัวทำละลาย ผลการทดสอบพบว่า ผลแก่มีขนาดและสี (a*, b*, C* และ h°) แตกต่างกัน โดยผลอ่อนมีปริมาณเถ้าสูงกว่า ไขมันต่ำกว่าเมื่อเทียบกับผลสุก อีกทั้งมีฟีนอลลิกสูงกว่าเมื่อสกัดจากเอทานอล HPLC-DAD/ESI-MS, 8 phenolic ซึ่งผลอ่อนให้ DPPH ที่สูงขึ้นและมีศักยภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรีย Escherichia coli และ Staphylococcus aureus เมื่อเปรียบเทียบกับผลสุก โดยผลจากการศึกษานี้สามารถส่งเสริมการใช้มะตาดในอาหารเพื่อสุขภาพหรือการผลิตอาหารเสริม

Pandey, Singh, Rao, Tiwari, Vageshwari and Pandey (2018) วิจัยเรื่อง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นของแอปเปิลช้าง (มะตาด) ในตัวทำละลายต่าง ๆ มีการทดสอบในเปลือกต้นแอปเปิ้ลช้าง (*Dillenia indica* Linn.) พบว่า จากสารสกัดหยาบมีกรดแอสคอร์บิกเป็นมาตรฐานมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า I50 ต่ำที่สุด สารสกัดเมทานอลร้อยละ 50 มีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงขึ้น 47.6± 0.92 มิลลิกรัม/กรัม และค่า IC50 ต่ำสุด 13.43 ± 1.25 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ตรงกันข้ามกับสารสกัดที่เป็นน้ำที่มีค่า IC50 สูงสุด 239.1 ± 2.15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีสารต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นแหล่งที่ดีในการป้องกันโรคที่ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ควรศึกษาเพิ่มเติมในเชิงพาณิชย์เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ผลกระเจี๊ยบ จากตลาดสามโคก จังหวัดปทุมธานี

3.1.1.2 ผลมะตาด จากตลาดสามโคก จังหวัดปทุมธานี

3.1.1.3 นมถั่วเหลืองผง ยี่ห้อดอยคำ

3.1.1.4 ข้าวกล้องผง ยี่ห้อดอยคำ

3.1.1.5 ครีมเทียมมะพร้าว ยี่ห้อมายด์ แอนด์ ครีมมี่

3.1.1.6 น้ำตาลทราย ยี่ห้อมิตรผล

3.1.1.7 ไข่ขาวผง (Egg albumin) Food Grad บริษัท ชวนชมเบเกอรี่ จำกัด

3.1.1.8 มอลโทเด็กตริน (Maltodextrin) Food Grad บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด

3.1.1.9 น้ำสะอาด ยี่ห้อน้ำทิพย์

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide/ NaOH)

3.1.2.2 โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate/ Na_2CO_3)

3.1.2.3 โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulfate/ $Na_2S_2O_3$)

3.1.2.4 คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulfate/ $CuSO_4$)

3.1.2.5 โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium sulphate/ K_2SO_4)

3.1.2.6 โพทัสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide/ KI)

3.1.2.7 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid/ HCl)

3.1.2.8 กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid/ H_2SO_4)

3.1.2.9 กรดบอริก (Boric acid/ H_3BO_3)

3.1.2.10 อะซิติก (Acetic acid/ CH_3COOH)

3.1.2.11 อะซิโตน (Acetone/ C_3H_6O)

3.1.2.12 เอทานอล (Ethanol/ C_2H_5OH)

3.1.2.13 โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green indicator/ $C_{21}H_{14}Br_4O_5S$)

3.1.2.14 เมทิลเรด (Methyl red/ $C_{15}H_{15}N_3O_2$)

3.1.2.15 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

3.1.2.16 คลอโรฟอร์ม (Chloroform/ $CHCl_3$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3.1.2.17 2,2-ไดฟีนิล-1-ไฟคริลไฮดราซิล (2,2-Diphenyl-1-picylhidrazyl/ DPPH)

3.1.2.18 2,6-ได-เทิอต์-บูทิล-4-เมทิลฟีนอล (2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol/BHT)

3.1.2.19 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ยี่ห้อ Himedia™

3.1.2.20 อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ยี่ห้อ Himedia™

3.1.2.21 อาหารเลี้ยงเชื้อ Muller-Kauffmann tetrathionate novobiocin broth (MKTTn broth) ยี่ห้อ Himedia™

3.1.2.22 อาหารเลี้ยงเชื้อ Rappaport- Vassiliadis Medium (RVS) ยี่ห้อ Himedia™

3.1.2.23 อาหารเลี้ยงเชื้อ XLD agar ยี่ห้อ Himedia™

3.1.2.24 อาหารเลี้ยงเชื้อ HE agar ยี่ห้อ Higher Enterprises

3.1.2.25 อาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptose Sulfite Cycloserine Agar (TSC) ยี่ห้อ Higher Enterprises

3.1.2.26 น้ำปราศจากประจุ (Deionized water)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ผลคุณภาพผลิตภัณฑ์

3.2.1.1 เครื่องวัดสี (Color Meter) ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400

3.2.1.2 เครื่องวัด a_w (Water Activity Meter) ยี่ห้อ Novasina รุ่น LabSwift-aw

3.2.1.3 เครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyzer) ยี่ห้อ Moisture Analyzer Sartorius รุ่น MA37

3.2.1.4 เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ยี่ห้อ Brook field รุ่น Halipath standD

3.2.1.5 เครื่องวัดความเป็นกรด–ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ SI Analytics รุ่น Lab855

3.2.1.6 เครื่องวิเคราะห์เปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)

3.2.1.7 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein Analyzer) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น KjelFlex K-360

3.2.1.8 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Soxhlet Standard) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-811

3.2.1.9 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (Fiber Analyzer) ยี่ห้อ VELP รุ่น FIWE 6

3.2.1.10 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ashing Furnace) ยี่ห้อ NEY รุ่น 3-1750 (เตาเผา 1100 องศา)

3.2.1.11 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ยี่ห้อ E J PAYNE รุ่น FD 620 (0.0-100 %)

3.2.1.12 ค่าพลังงานแบบบอมบ์คาลอริมิเตอร์ ยี่ห้อ IKA รุ่น C 5000

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3.2.1.13 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Vis spectrophotometer) ยี่ห้อ Gibthai CO.,LTD

3.2.1.14 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Hot air oven) ยี่ห้อ memmert รุ่น UN110

3.2.1.15 เครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer) รุ่น FINE VORTEX FINEPCR

3.2.1.16 เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น Rotavapor R-124

3.2.1.17 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Analytical Balance รุ่น TE 1502S

3.2.1.18 ตู้อบลมร้อนแบบถาดควบคุมด้วยไฟฟ้า รุ่น HB-12A บริษัท FnB Machinney & Solutions CO.,LTD

3.2.1.19 เครื่องผสมอาหาร ยี่ห้อ KitchenAid รุ่น 5K5SSWH Heavy Duty

3.2.1.20 เตาไฟฟ้า ยี่ห้อ IMARFLEX เตาแผ่นความร้อนไฟฟ้า 1,700 วัตต์ รุ่น IF-404

3.2.1.21 เครื่องปั่นอาหาร ยี่ห้อ Electrolux รุ่น EBR3646

3.2.1.22 เครื่องทำน้ำร้อน ยี่ห้อ Panasonic 3 ลิตร รุ่น NC-PH30

3.2.1.23 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Baths) ยี่ห้อ Fisher Scientific รุ่น Isotemp™

3.2.1.24 กระบอกฉีดยา หัวต่อชนิดสวม (slip tip syringe) ขนาด 10 มิลลิลิตร

3.2.1.25 อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ปิเปต ขวดปรับปริมาตร กระบอกตวง แท่งแก้วคนสาร หลอดทดลอง จานเพาะเชื้อ โถแก้วดูดความชื้น กระดาษกรอง ช้อนตักสาร บิวเรตต์ ฯลฯ

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.2.2.1. ชุดทดสอบการชิม ประกอบด้วยตัวอย่างอาหารคือซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบชงผสม บรรจุในแก้วพลาสติกปริมาณ 10 มิลลิลิตร จำนวนตามตัวอย่างอาหารที่ต้องการทดสอบ แก้วน้ำสะอาด 1 แก้ว และแบบประเมิน

3.2.2.2. แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส ประกอบด้วยตัวอย่างใช้รหัสตัวเลข 3 หลัก (แบบสุ่มตัวเลข) และมีการชี้แจงให้มีการชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนตามความคิดเห็นของผู้ทดสอบ ด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale (1 คือชอบน้อยที่สุด-9 คือชอบมากที่สุด) ในระหว่างการทดสอบมีการบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์คะแนนดังนี้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

8.20-9.00	หมายถึง	ชอบมากที่สุด
7.30-8.19	หมายถึง	ชอบมาก
6.40-7.26	หมายถึง	ชอบปานกลาง
5.50-6.39	หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
4.60-5.49	หมายถึง	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
3.70-4.59	หมายถึง	ไม่ชอบเล็กน้อย
2.80-3.69	หมายถึง	ไม่ชอบปานกลาง
2.90-2.79	หมายถึง	ไม่ชอบมาก
1.00-1.89	หมายถึง	ไม่ชอบมากที่สุด

3.3 สถานที่ดำเนินการวิจัย

3.3.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

3.3.2 ห้องปฏิบัติการทางกายภาพ อาคารเรียนรวมวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

3.3.3 ห้องปฏิบัติการหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

3.4 วิธีการวิจัย

3.4.1 ศึกษาปริมาณมิวซิเลจ เพคติน กัม ในผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

นำพืชเมือกลื่นที่ได้จากท้องถิ่น ได้แก่ กระเจี๊ยวเขียว และมะตาด นำมาเตรียมการเตรียมตัวอย่าง โดยนำกระเจี๊ยบเขียวและเนื้อมะตาด ล้างทำความสะอาด กระเจี๊ยบแกะเม็ดออก เอาแต่เนื้อและมะตาดใช้ส่วนกลีบหุ้มผล ทั้งสองชนิดหั่นเป็นชิ้นเล็กให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์สารพอลิแซ็กคาไรด์ 3 ชนิด ได้แก่ มิวซิเลจ (mucilage) เพคติน (pectin) และกัม (Gum) โดยมีการนำไปศึกษาในผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว และศึกษาในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์ในผักมีเมือกดังนี้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

3.4.1.1 การวิเคราะห์มิวซิเลจ (mucilage)

1) การเตรียมตัวอย่าง นำกระเจี๊ยบเขียวและเนื้อมะตาด ล้างทำความสะอาด กระเจี๊ยบแกะเม็ดออกเอาแต่เนื้อและมะตาดใช้ส่วนกลีบหุ้มผล หั่นเป็นชิ้นเล็กให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร ชั่งผักต่อน้ำในอัตราส่วน 1:5 (w/w) น้ำหนัก 50 กรัม ต่อน้ำสะอาด 500 มิลลิลิตร นำผักแช่ในน้ำอุณหภูมิห้อง ประมาณ 5 นาที นำขึ้นตั้งไฟต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 5 นาที กรองเอาน้ำเมือกด้วยผ้าขาวบาง (ดัดแปลงจากพรเพชร ใจชื่น และวิสุทธนา สมุทรศรี, 2557)

2) ทำให้บริสุทธิ์จากการตกตะกอนด้วยเอทานอล โดยอัตราส่วนสารละลายมิวซิเลจต่อเอทานอล 1:3 (v/v) นำตะกอนที่ได้มาอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง บดละเอียดเป็นผง และหาร้อยละผลผลิต (ดัดแปลงจากชมัยพร แรงกลาง และปราณี อ่านเปรื่อง, 2552)

$$\text{Yield Crude Extract} = \frac{a}{b} \times 100\% \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ a = น้ำหนักที่สกัดได้ (กรัม)

b = ปริมาณน้ำเมือกที่ใช้ในการสกัด (กรัม)

3.4.1.2 การวิเคราะห์เพคติน (pectin) (ธานุวัฒน์ ลาภตันศุภผล ปฏิมา ทองขวัญ และศิริลักษณ์ สรงพรมทิพย์, 2556)

1) การเตรียมตัวอย่าง นำกระเจี๊ยบเขียวและเนื้อมะตาด ล้างทำความสะอาด กระเจี๊ยบแกะเม็ดออกเอาแต่เนื้อและมะตาดใช้ส่วนกลีบหุ้มผล และนำผักมาหั่นชิ้นเล็ก

2) ต้มผักแต่ละชนิดในเอทานอล ร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) น้ำหนัก 100 กรัมต่อเอทานอล 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที บีบเอาเอทานอลออกล้างเปลือกด้วยน้ำ และบีบเอาน้ำออกทำเช่นนี้ 3 ครั้ง

3) อบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ให้น้ำระเหยออกจนแห้ง นำไปชั่งน้ำหนัก นำผักไปบดให้เป็นชิ้นเล็กเก็บใส่ภาชนะปิดสนิทในตู้เย็น อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส

4) สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก นำผักทำแห้งที่เตรียมไว้ใส่บีกเกอร์ 40 กรัม เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ อัตราส่วนของเปลือกบดแห้งต่อกรดไฮโดรคลอริก เท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) เปลือกบดแห้ง 10 กรัมต่อกรดไฮโดรคลอริก 120 มิลลิลิตร นำไปสกัดในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส 60 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง ครั้งที่ 1 แล้วนำเปลือกที่กรองได้ไปเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ อัตราส่วนของเปลือกบดแห้งต่อ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

กรดไฮโดรคลอริก เท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (w/v) ครั้งที่ 2 แล้วนำสารละลายทั้งสองครั้งมารวมกัน

5) นำสารละลายที่ได้ มาทำการตกตะกอนเพคติน โดยเติมเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:2 โดยปริมาตร (v/v) ทำการคนผสมแรง ๆ ให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 15 ชั่วโมง กรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าแก้ว 2 ชั้น ด้วย Buchner funnel พร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ครั้ง ล้างตะกอนเพคตินด้วยอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 50 จำนวน 3 ครั้ง นำตะกอนเพคตินที่ได้อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดให้เป็นผง และหาร้อยละผลผลิต (ตามสมการที่ 1)

3.4.1.3 การวิเคราะห์กัม (Gum)

1) การเตรียมตัวอย่าง นำกระเจี๊ยบเขียวและเนื้อมะตาด ล้างทำความสะอาด กระเจี๊ยบแกะเม็ดออกเอาแต่เนื้อและมะตาดใช้ส่วนกลีบหุ้มผล หั่นผักเป็นชิ้นเล็ก ชั่งผักต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1 (w/w) น้ำหนัก 100 กรัมต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร แช่ผักในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที บีบและกรองแยกสารเมือกด้วยผ้าขาวบาง เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 5 ชั่วโมง บดละเอียดเป็นผง (พรเพชร ใจชื่น และวิสุทธนา สมุทรศรี, 2557)

2) นำผงผักที่ได้จาการเตรียม ในอัตราส่วนผักสกัดผงต่อตัวทำละลาย 1:10 โดยเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0.05 ในอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 30 นาที หมุนเหวี่ยงความเร็วรอบ 4,000xg ใช้เวลา 15 นาที ปรับ pH เป็น 7 ก่อนตกตะกอนด้วยเอทานอล (1:3) ร้อยละ 95 และล้างด้วยเอทานอล ร้อยละ 95 ทั้งหมด 3 ครั้ง นำตะกอนมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดให้เป็นผง และหาร้อยละผลผลิต ดังสมการที่ 1 (มญชุภา กลิ่นสุคนธ์ พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, 2552)

3.4.1.4 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของมิวซิเลจ เพคติน กัม

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทดสอบค่าสีเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400 และวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity) ด้วยเครื่องยี่ห้อ Novasina รุ่น LabSwift-aw ค่าความชื้นด้วยเครื่องยี่ห้อ Moisture Analyzer Sartorius รุ่น MA37 และค่า pH ด้วยเครื่องยี่ห้อ Benchtop รุ่น F20 โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย (Duncan is new multiple rank test, DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3.4.2 ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

โดยการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมือกและผงเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว และศึกษาในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งมีการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity) ชั่งสารสกัดเมือกและผงเมือกที่ได้จากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว 0.02 กรัม ละลายด้วยเอทานอล ความเข้มข้น ร้อยละ 99.99 ปริมาตร 40 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร เพื่อช่วยการละลาย นำตัวอย่างมาเจือจางด้วย เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.99 ให้ได้ความเข้มข้น 500, 250, 125, 62.5, 31.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาทดสอบความสามารถในการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH เทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHT และ BHA ผสมสารละลายลงในหลอดทดลอง A คือ ตัวอย่างทดสอบ B คือ Blank ของตัวอย่างและ C ตัวควบคุม (ทำ 3 ซ้ำ) ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเติมสารละลายในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

A(Test sample):	- สารสะลายตัวอย่างหรือสารละลายมาตรฐานในเอทานอล ความเข้มข้น ร้อยละ 99.99 - สารละลาย DPPH 6 x 10^{-5} โมลาร์ ในเอทานอล ความเข้มข้น ร้อยละ 99.99	1 มิลลิลิตร 1 มิลลิลิตร
B(Blank of A)	- สารสะลายตัวอย่างหรือสารละลายมาตรฐานในเอทานอล ความเข้มข้น ร้อยละ 99.99 - เอทานอล ความเข้มข้น ร้อยละ 99.99	1 มิลลิลิตร 1 มิลลิลิตร
C(Control)	- สารละลาย DPPH 6 x 10^{-5} โมลาร์ ในเอทานอล ความเข้มข้น ร้อยละ 99.99 - เอทานอล ความเข้มข้น ร้อยละ 99.99	1 มิลลิลิตร 1 มิลลิลิตร

นำสารทดสอบในแต่ละหลอดผสมให้เข้ากัน ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด 30 นาที จากนั้นจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร หลังจากนั้นทำการคำนวณหาร้อยละของฤทธิ์ต่อต้านอนุมูลอิสระดังนี้

$$\% \text{ Scavenging} = \frac{\text{control} - \text{sample}}{\text{control}} \times 100 \quad \text{.....(2)}$$

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

เมื่อ control = ค่าของสารควบคุม
sample = ค่าของสารสกัด

พล็อตกราฟหาค่า EC_{50} ซึ่งได้จากการสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % inhibition กับ ความเข้มข้น ซึ่งการคำนวณ EC_{50} คือความเข้มข้นที่มีค่า % inhibition เท่ากับ 50 (Fukumoto and Mazza, 2000)

3.4.3 ศึกษาการทำแห้งเมือกจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท

3.4.3.1 การเตรียมเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

การเตรียมเมือกกระเจี๊ยบเขียวและมะตาด เพื่อทดสอบชนิดการเกิดโฟม โดยการนำกระเจี๊ยบล้างทำความสะอาด ผ่ากลางตามแนวยาวเอาเม็ดออก ส่วนมะตาดใช้ส่วนที่เป็นกลีบหุ้มผล และนำวัตถุดิบทั้งสองชนิดไปหั่นเป็นชิ้นเล็กความหนา 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปแช่ในน้ำสะอาดประมาณ 5 นาที โดยชั่งเนื้อมะตาดและเนื้อกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำสะอาดในอัตราส่วน 4 ระดับ (w/w) คือ 1:3, 1:5, 1:7 และ 1:9 ส่วน นำผักแช่ในน้ำอุณหภูมิห้อง ประมาณ 5 นาที นำขึ้นตั้งไฟต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 10 นาที กรองเอาแต่น้ำเมือกด้วยผ้าขาวบาง พักไว้ให้เย็น จากนั้นทำแห้งในรูปแบบโฟมเมท

3.4.3.2 ทดสอบการเกิดโฟมในเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

นำน้ำเมือกสกัดมาทำแห้งด้วยเทคนิคโฟมเมท โดยมีวิธีการดังนี้ นำน้ำเมือกสกัดในอัตราส่วนเนื้อมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำสะอาดคือ 1:3, 1:5, 1:7 และ 1:9 ใช้สารทำให้เกิดโฟมคือ โปรตีนไข่ขาว (egg albumin) และมอลโทแดร็กติน (maltodextrin) ในอัตราส่วน 1.5 : 15 ส่วน (w/w) โดยนำโปรตีนไข่ขาวละลายน้ำให้มีความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ค่อย ๆ เติมสารละลายของสารก่อให้เกิดโฟมในผลิตภัณฑ์จนเกิดโฟม ด้วยเครื่องผสมอาหารหัวตะกร้อความเร็วสูงสุด เป็นเวลา 10 นาที นำโฟมที่ได้ทำการทดสอบดังวิธีการด้านล่าง

1) ความคงตัวของโฟม (อรทัย บุญทะวงค์, 2547) โดยใส่โฟมลงในกรวยกรองซึ่งวางอยู่ในกระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร บันทึกปริมาตรของเหลวที่แยกตัวออกมาจากโฟมเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง เพื่อหาอัตราการแยกตัวของเหลวออกจากโฟม ซึ่งถ้าปริมาตรของเหลวที่แยกออกจากโฟมมีค่ามากแสดงว่าโฟมมีความคงตัวน้อย

2) ความหนาแน่นของโฟม ดัดแปลงจากวิธีของ Akintoye and Oguntunde (อรทัย บุญทะวงค์, 2547) นำโฟมที่ต้องการวัดความหนาแน่น บรรจุลงในถ้วยพลาสติกที่ชั่งน้ำหนักแล้วให้เต็ม โดยไม่ให้มีโพรงอากาศอยู่ในถ้วย เกลี่ยโฟมที่ล้นบริเวณปากถ้วยด้วยพายยางเช็ดบริเวณ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

รอบนอกถ้วยไม่ให้เหลือเศษโฟมติดอยู่ จากนั้นชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยที่บรรจุโฟม มาคำนวณหาค่าความหนาแน่นของโฟม ดังสมการที่ 3

$$\text{ความหนาแน่นของโฟม (กรัม/มิลลิลิตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของโฟม}}{\text{ปริมาตรของถ้วย}}$$

$$= \frac{\text{น้ำหนักถ้วยเมื่อบรรจุโฟม-น้ำหนักถ้วย}}{\text{ปริมาตรของถ้วย}} \quad \text{.....(3)}$$

3) ค่า% Overrun ของโฟมผลิตภัณฑ์ (อรทัย บุญทะวงค์, 2547) คำนวณได้จากสมการที่ 4

$$\%\text{Overrun} = \frac{\text{นน.ต่อหน่วยปริมาตรส่วนผสม-นน.ต่อหน่วยปริมาตรโฟม}}{\text{นน.ต่อหน่วยปริมาตรของโฟม}} \text{ X100} \quad \text{.....(4)}$$

จากนั้นทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำมาบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง 80 เมส บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อก จากนั้นศึกษาสมบัติของโฟม ได้แก่ ความคงตัวของโฟม ด้วยวิธี drainage method ความหนาแน่นของโฟม และค่า Overrun ของโฟมในผลิตภัณฑ์ และทดสอบทางกายภาพของเมือกมะตาดและเมือกกระเจี๊ยบผง ได้แก่ ทดสอบค่าสีเครื่องวัดค่าสี ค่าปริมาณน้ำอิสระ และค่าความชื้น วิเคราะห์ปริมาณตามวิธีการ A.O.A.C. (1995)

3.4.4 พัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

3.4.4.1 การศึกษาสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพด

มีการคัดเลือกสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพด โดยคัดเลือกจาก 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C (ตารางที่ 9) นำมาทดลองเพื่อคัดเลือกสูตรทางการค้า ทำการวางแผนสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จากนั้นนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความข้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale คะแนนความชอบ 9 ระดับ จากคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan is new multiple rank test ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพในผลิตภัณฑ์แบบผงและแบบชงผสม โดยมีการทดสอบค่าสี ค่าปริมาณน้ำอิสระ ค่าความชื้น ค่า pH และค่าความหนืด (Viscosity)

ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของสูตรทางการค้าทั้ง 3 สูตร

ส่วนประกอบ	ร้อยละของส่วนประกอบ		
	A	B	C
ครีมเทียม	32	25	20.19
แป้งมันฝรั่ง	26.30	-	-
น้ำตาลทราย	21	10	3.37
เกลือ	4	-	4.54
เมล็ดข้าวโพด	2.5	-	-
สตาร์ทข้าวโพด	-	20	33.17
โปรตีนจากการย่อยถั่วเหลือง	2	-	-
อินนูลิน	4.5	-	-
แคลเซียมคาร์บอเนต	1.8	-	-
ยีสต์ผงสกัด	1	-	-
ซีสผง	0.2	-	-
ผงรสไก่	-	-	4.33
กลิ่นข้าวโพด	1.5	-	-
อัลมัลซิไฟเออร์ (INS471, INS340Cii)	✓	✓	-
สารให้ความเหนียว (INS415)	✓	✓	-
สารป้องกันจับตัวเป็นก้อน (INS551)	✓	✓	-
สารควบคุมความเป็นกรด (INS339)	-	-	✓
สารเพิ่มรสชาติ โอโซเดียม	-	-	✓
มอลโตเด็กตริน	-	-	✓
แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ	✓	✓	-
สีธรรมชาติ (INS100)	-	-	✓
น้ำหนักสุทธิ (กรัม)	66	66	60

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3.4.4.2 การศึกษาการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นเพื่อสุขภาพ

จากสูตรที่ผ่านการคัดเลือกนำมาดัดแปลงส่วนประกอบหลักให้เป็นสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 10) ในการพัฒนาสูตรการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นเพื่อสุขภาพ ทั้ง 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 คิดจากน้ำหนักทั้งหมด 296 กรัม (ตารางที่ 11) ทำการวางแผนสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จากนั้นนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ (ความเนียน) สี ความข้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการทดสอบ และวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกันกับข้อ 3.3.4.1

ตารางที่ 10 สูตรพื้นฐานของซุปข้นผงดัดแปลงจากสูตรทางการค้า

ส่วนผสม	สูตรทางการค้า		ส่วนผสม	สูตรพื้นฐานดัดแปลง	
	ร้อยละ	กรัม		ร้อยละ	กรัม
แป้งมันฝรั่ง	26.30	17.36	ข้าวกล้องผง	35.71	20
ครีมเทียม	32	21.32	น้ำนมถั่วเหลืองผง	35.71	20
น้ำตาลทราย	21	13.86	น้ำตาลทราย	28.58	16

หมายเหตุ น้ำหนักส่วนผสมสูตรพื้นฐานดัดแปลง 56 กรัม ผสมน้ำร้อน 240 กรัม รวม 296 กรัม

ตารางที่ 11 ปริมาณการเสริมผงผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

ร้อยละการเสริมเมือกผง	ปริมาณการเสริมเมือกผง (กรัม)	
	มะตาดผง	กระเจี๊ยบผง
0	0	0
3	4	4
5	7	7
7	10	10
9	13	13

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

3.4.4.3 การศึกษาปริมาณครีมเทียมต่อนมถั่วเหลืองผงในซุปข้นเพื่อสุขภาพ

นำสูตรที่ผ่านการเสริมเมือกในผลิตภัณฑ์แล้ว มาปรับพัฒนาด้านกลิ่นและรสชาติ เนื่องจากผู้ทดสอบให้การยอมรับในด้านกลิ่นลดลง และให้ความเห็นว่ามีกลิ่นน้ำนมถั่วเหลืองมากเกินไป โดยการทดแทนครีมเทียมมะพร้าวต่อนมถั่วเหลืองผงในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป โดยนำครีมเทียมมาทดแทนน้ำนมถั่วเหลืองผงในอัตราส่วน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ (ตารางที่ 12) คิดจากน้ำหนักน้ำนมถั่วเหลืองผง (20 กรัม) ทำการวางแผนสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จากนั้นนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ (ความเนียน) สี ความข้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธีการทดสอบและวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเช่นเดียวกันกับข้อ 3.3.4.1

ตารางที่ 12 ปริมาณครีมเทียมต่อนมถั่วเหลืองผงในซุปข้นเพื่อสุขภาพ

อัตราส่วนการทดแทน (ร้อยละ)	การทดแทนครีมเทียมต่อน้ำนมถั่วเหลืองผง (กรัม)	
	ครีมเทียมมะพร้าว	นมถั่วเหลืองผง
100:0	0	20
80:20	4	16
60:40	8	12
40:60	12	8

3.4.5 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

3.4.5.1 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยวิเคราะห์ทางเคมีโดยวิธี A.O.A.C. (1995) จากผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และกากใย ตามวิธีการด้านล่าง และนำเสนอด้วยฉลากโภชนาการต่อหน่วยบริโภค ตามปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI)

3.4.5.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ (Proximate Analysis)

1) การวิเคราะห์ความชื้น ด้วยวิธี Moisture balance

1.1) อบภาชนะสำหรับหาความชื้น (Moisture can) ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถแก้วดูดความชื้นจนกระทั่ง

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

อุณหภูมิของภาชนะให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักใกล้เคียงกันหรือคงที่

1.2) ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 2 กรัม ใส่ในภาชนะนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ใส่ในโถแก้วดูดความชื้นจนกระทั่งอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างที่อบแล้ว จากนั้นเข้าตู้อบอีกครั้งนานประมาณ 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่ และทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้ง และคำนวณตามสมการที่ 5 (A.O.A.C, 1995)

$$\text{ความชื้น (\%w/w)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}} \quad \text{.....(5)}$$

2) การวิเคราะห์โปรตีน ด้วยวิธี Kjeldahl method

2.1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม ห่อตัวอย่างด้วยกระดาษกรองที่ปราศจากไนโตรเจนใส่ลงในหลอดย่อย และใช้กระดาษกรองเปล่าเป็น Blank

2.2) ใส่สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟตและโพแทสเซียมซัลเฟต (อัตราส่วน 0.5:10) 10 กรัม และกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 20 มิลลิลิตร

2.3) วางหลอดย่อยในเตาย่อย แล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครบ ขวดใส่ด่าง และเครื่องจับไอกรด เปิดสวิตซ์เครื่องดักจับไปกรดและเตาย่อย ทำการย่อยนานประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนได้สารลายใส

2.4) หลักจากสารละลายเย็น ต่อหลอดย่อยเข้ากับเครื่องกลั่น เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น ร้อยละ 40 ปริมาตร 95 มิลลิลิตร รองรับของเหลวที่กลั่นด้วยขวดรูปชมพู่ ที่บรรจุกรดบอริกความเข้มข้น ร้อยละ 4 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์ผสมระหว่างโบรโมครีซอลกรีนและเมทิลเรด 3 หยด (ได้สารละลายสีชมพูอ่อน) ระยะเวลาการกลั่นประมาณ 5 นาที

2.5) เมื่อสิ้นสุดการกลั่น (ได้สารละลายสีฟ้าหรือเขียว) ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.2 N (ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจากการ standardize ด้วยโซเดียมคาร์บอเนตที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้ว) ไตเตรทได้สารละลายสีชมพูอ่อนอีกครั้ง ทำตัวเทียบ (Blank) โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างและวิเคราะห์เช่นเดียวกัน ตามสมการที่ 6 (A.O.A.C, 1995)

$$\text{โปรตีน (\%w/w)} = \frac{(A - B) \times N \times 1.4007 \times F}{W} \quad \text{.....(6)}$$

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

เมื่อ A = ปริมาณสารละลายกรดที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณสารละลายกรดที่ใช้ไตเตรทกับ Blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรด (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

F = แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณโปรตีน (6.25)

3) การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ด้วยวิธี Soxhlet Standard

3.1) ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งประมาณ 5 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ทิมเบิล (thimble) ปิดด้วยสำลีที่สกัดเอาไขมันออกแล้ว

3.2) ใส่ทิมเบิลลงในชุดแยกสกัด (extraction unit) ของเครื่องวิเคราะห์เติมปีโตรเลียมอีเทอร์ ประมาณ 250 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นแบนหรือ Soxhlet flask แล้วต่อเข้ากับชุดสกัด ใช้เวลาในการสกัดไขมันนาน 6-8 ชั่วโมง

3.3) ระเหยเอาปีโตรเลียมอีเทอร์ในขวดออกให้หมด นำไขมันที่ได้หรือน้ำมันที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักของน้ำมันที่ได้จากการสกัด คำนวณหาปริมาณไขมันตามสมการที่ 7 (A.O.A.C, 1995)

$$\text{ไขมัน (\%w/w)} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยพร้อมไขมัน (กรัม)} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \quad \text{.....(7)}$$

4) การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ด้วยวิธี Fiber Extraction

4.1) เผา fritted glass crucible ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผารอประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลง จึงนำ fritted glass crucible ออกจากเตาเผาใส่ในโถแก้วดูดความชื้นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องแล้วจึงชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 1 กรัม ใส่ลงใน fritted glass crucible ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำ fritted glass crucible ที่บรรจุตัวอย่างแล้วใส่ crucible holder แล้ว

4.2) เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 (ต้มให้ร้อน) ใส่ในแต่ละ column จนถึงขีดกลาง (ปริมาตรประมาณ 150 มิลลิลิตร) รอจนสารละลายกรดเดือดจับเวลา 30 นาที จากนั้นล้างกากที่เหลือด้วยน้ำกลั่นร้อนจนหมดกรด โดยเติมน้ำกลั่นร้อน column รอจนน้ำกลั่นเดือด แล้วกรองน้ำกลั่นออกด้วยวิธีเดียวกับการกรองสารละลายกรด ย่อยต่อเมื่อน้ำกลั่น

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ออกจนหมด เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาตร 150 มิลลิลิตร จับเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลากรองสารละลายด่างออก และล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน

4.3) อบ fritted glass crucible ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถแก้วดูดความชื้นจนกระทั่งอุณหภูมิ fritted glass crucible ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องแล้วจึงชั่งน้ำหนัก อบซ้ำจนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันให้น้ำหนักคงที่

4.4) นำ fritted glass crucible ไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผารอประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลง จึงนำ fritted glass crucible ออกจากเตาเผาใส่ในโถแก้วดูดความชื้น จนกระทั่งอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องจึงชั่งน้ำหนัก เผาซ้ำจนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักให้คงที่ โดยคำนวณหาปริมาณเส้นใยตามสมการที่ 8 (A.O.A.C., 1995)

$$\text{เส้นใย (\%w/w)} = \frac{\text{น้ำหนักหลังอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังเผา (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \quad \text{.....(8)}$$

5) การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ด้วยวิธี Furnance

5.1) เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบ (crucible) ในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส เวลา 3 ชั่วโมง ปิดเครื่องรอประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลง จึงนำถ้วยกระเบื้องเคลือบออกจากเตาเผา ใส่ในโถแก้วดูดความชื้นจนกระทั่งอุณหภูมิของถ้วยกระเบื้องใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องแล้วจึงชั่งน้ำหนักให้มีน้ำหนักคงที่

5.2) ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 2 กรัม ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ นำไปเผาด้วยตะเกียงบุนเสนในตู้ดูดควันจนหมดควัน นำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 550-600 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีเทาอ่อนหรือสีขาวสม่ำเสมอ นำออกจากเตาเผาใส่ในโถแก้วดูดความชื้นจนกระทั่งอุณหภูมิของถ้วยกระเบื้องเคลือบใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนักให้มีความคงที่ โดยคำนวณหาปริมาณเถ้าตามสมการที่ 9 (A.O.A.C, 1995)

$$\text{เถ้า (\%w/w)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้าหลังเผา (กรัม)} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100 \quad \text{.....(9)}$$

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

6) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble carbohydrate) ใช้วิธีการคำนวณโดยนำองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และใยอาหาร นำผลรวมแล้วหักลบออกจาก 100 จะได้ปริมาณของร้อยละคาร์โบไฮเดรต โดยคำนวณหาปริมาณเถ้าตามสมการที่ 10 (A.O.A.C, 1995)

คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ทั้งหมด = 100 – (%ความชื้น+%โปรตีน+%ไขมัน+%เส้นใย+%เถ้า) .....(10)

3.4.5.3 ศึกษาการทดสอบตามมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI)

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการยอมรับจากผู้ทดสอบแล้ว มาทำการทดสอบตามมาตรฐานการกลืนเพื่อให้ทราบระดับที่เหมาะสม โดยการทดสอบการไหลตามมาตรฐานของ IDDSI ให้ใช้กระบอกฉีดยาที่มีหัวต่อชนิดสวม (slip tip syringe) ขนาด 10 มิลลิลิตร มีความยาว 61.5 มิลลิเมตร มีสเกลจากระดับขีด 0 จนถึง 10 มิลลิลิตร โดยการทดสอบมีดังนี้ นำลูกสูบออกจากกระบอกฉีด ใช้นิ้วอุดเพื่อปิดรูเปิดที่หัวฉีด ใส่ของเหลวที่ต้องการทดสอบปริมาณ 10 มิลลิลิตร ในกระบอกฉีดยา โดยนำกระบอกฉีดยาอีกอันฉีดของเหลวลงไปในกระบอกฉีดที่ทดสอบ จากนั้นปล่อยนิ้วออกจากรูเปิดที่ปลายกระบอกฉีด พร้อมจับเวลาการไหลของเหลว 10 วินาที ให้ใช้นิ้วอุดรูเปิดที่ปลายกระบอกฉีดยาไว้ อ่านระดับการไหลโดยการทดสอบเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 2 ระดับ คือ อุณหภูมิห้องและอุณภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำการทดสอบ 5 ซ้ำ พร้อมกับการทดสอบทางกายภาพด้วยการวัดค่าความหนืด (Viscosity) ประกอบกัน ซึ่งหาค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ t-test independent

3.4.5.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้วิธีการสอบถาม โดยมีข้อคำถามแบบปลายปิด (Close-ended Questionnaires) โดยจัดเป็นแบบสอบถามและการทดสอบชิม ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มบุคคลทั่วไป มีอายุระหว่าง 20-59 ปี จำนวน 100 คน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ และกลุ่มผู้สูงอายุ 60–80 ปีขึ้นไป จำนวน 40 คน ที่องค์การบริหารส่วนตำบลพะเนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งปฏิบัติตามการยื่นขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หมายเลขโครงการ 0065/2563 โดยข้อมูลแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และการพัฒนาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีการพัฒนาแล้ว โดยให้คะแนนตามความชอบ ด้วยวิธี Rating Scale เพื่อทราบระดับการยอมรับของผู้บริโภค สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

3.4.5.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว โดยบรรจุในถุงเมทัลไลท์ซิปล็อค น้ำหนักบรรจุประมาณ 50 กรัม (หนึ่งหน่วยบริโภค) เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 เดือน ทำการทดสอบทุก 1 สัปดาห์ จำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละการทดสอบจะเตรียมตัวอย่างแบบผงและแบบชงผสม โดยทำการวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อกรัม แบคทีเรียอีโคไล ต้องน้อยกว่า 3 ต่อกรัมตัวอย่าง ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง ซาลโมเนลลา (Salmonella) ใน 25 กรัมของตัวอย่างต้องไม่พบ และแบคทีเรียคลอสติเดียม ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (CFU/g) เป็นต้น โดยวิธี A.O.A.C (1995) หากการวิเคราะห์พบจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานจะไม่มีการประเมินผลทางประสาทสัมผัส จากนั้นทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยมีการเตรียมตัวอย่างอาหาร 1 ชุดต่อคน นำซุปข้นผง 1 ซอง (50 กรัม) ชงผสมในน้ำร้อน 250 กรัม (1 ถ้วยตวง) นำตัวอย่างใส่ถ้วยพลาสติก 10 มิลลิลิตร พร้อมแก้วน้ำ 1 ใบ และแบบประเมิน มีการชี้แจงการทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนตามความคิดเห็นของผู้ทดสอบ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ให้คะแนนแบบ (9-Point hedonic scale) ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan is new multiple rank test ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95 ประกอบกับวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w ความชื้น ค่า pH ค่าสี และค่าเปอร์ออกไซด์ (P.V.) เป็นต้น โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย (Duncan is new multiple rank test, DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95

3.4.7 ถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวจากผลการวิจัยสู่ชุมชน

นำผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว มาเผยแพร่หรือเป็นการถ่ายทอดนวัตกรรมจากการวิจัยสู่ชุมชนในท้องถิ่น ในรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างสุขภาพให้ผู้บริโภค โดยมีวิธีการดังนี้

3.4.7.1 วิธีดำเนินการ

1) ประสานงานทางชุมชนเพื่อถ่ายทอดนวัตกรรม กลุ่มเป้าหมาย 30 คน

2) จัดเตรียมเอกสารที่ใช้ในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยรายละเอียด 3 ส่วน ได้แก่

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ส่วนที่ 1 เอกสารประกอบการอบรมที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาในเอกสารงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ส่วนที่ 2 ภาคปฏิบัติ

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความรู้ และแบบประเมินความพึงพอใจหลังอบรม

3) ดำเนินงานจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยดำเนินการทดสอบความรู้ก่อนและหลังอบรม มีการบรรยายเกี่ยวกับเรื่องความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ ประโยชน์ของส่วนผสมในด้านองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพ การสกัดเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว วิธีการทำ เทคนิคในประกอบอาหาร สาธิตการทำผลิตภัณฑ์พร้อมการบรรยาย ใช้ชุมชนลงมือปฏิบัติผลิตภัณฑ์ และการอภิปรายผล ซักถาม และจัดทำแบบประเมินความพึงพอใจในการอบรม

4) สรุปการดำเนินงานและประเมินผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ

3.4.7.2 การสร้างเครื่องมือ

1) แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังการจัดอบรม

1.1) ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบทดสอบความรู้ที่ดีรวมถึงศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อพิจารณาแบบทดสอบรายข้อกับวัตถุประสงค์ให้ครอบคลุม ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

1.2) ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาแบบทดสอบรายข้อกับวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำผลการพิจารณามาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง เลือกข้อสอบที่มีค่า (Index of item-objective congruence : IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ราตรี นันทสุคนธ์, 2555) ซึ่งการวิเคราะห์ผลควรมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.66 - 1.00 ดังสมการที่ 11 ซึ่งถือได้ว่าแบบทดสอบมีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ โดยผู้วิจัยเลือกข้อสอบไว้จำนวน 20 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบความรู้ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบต่อไป โดยแบบทดสอบมีเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาค่า IOC ของผู้เชี่ยวชาญกำหนดเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบไม่ได้วัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N} \quad \text{.....(11)}$$

เมื่อ IO = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

ΣR = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งเกณฑการแปลความหมายดัชนีความสอดคลอง มีดังนี้

0.50	ถึง 1.00	หมายถึง สอดคลอง
-0.50	ถึง 0.49	หมายถึง ไมแน่ใจ
-1.00	ถึง -0.49	หมายถึง ไมสอดคลอง

1.3) วิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบความรู้ นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 ดังสมการที่ 12 และค่าอำนาจจำแนก (R) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ดังสมการที่ 13 (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554) โดยผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่ได้เกณฑ์ตามมาตรฐานไว้จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.43-0.77 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33-0.53

วิเคราะห์ค่าความยากง่าย

$$P = \frac{R}{N} \quad \text{.....(12)}$$

เมื่อ P = ความยากง่ายของแบบทดสอบ

R = จำนวนผู้อบรมที่ตอบข้อคำถามข้อนั้นถูกต้อง

N = จำนวนผู้อบรมทั้งหมด

โดยขอบเขตค่าของความยากง่ายและความหมายมีดังนี้

0.81-1.00	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.61-0.80	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.41-0.60	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ (ดีมาก)
0.21-0.40	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00-0.20	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ยากมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2} \quad \text{.....(13)}$$

เมื่อ D = ค่าอำนาจจำแนก

R_U = จำนวนผู้ที่อยู่ในกลุ่มสูงที่ทำแบบทดสอบนั้น ๆ ถูก

R_L = จำนวนผู้ที่อยู่ในกลุ่มต่ำที่ทำแบบทดสอบนั้น ๆ ถูก

N = จำนวนผู้อบรมทั้งหมด

ซึ่งระดับของอำนาจจำแนกสำหรับแบบทดสอบมีดังนี้

D > .40	หมายถึง	ดีมาก
D.30 - .39	หมายถึง	ดี
D.20 - .29	หมายถึง	พอใช้ได้
D < .19	หมายถึง	ไม่ดี

ดังนั้นค่าอำนาจจำแนกที่ยอมรับได้คือตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

1.4) ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความรู้ไปใช้กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ คำนวณโดยใช้ KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Reliability) ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.81 ตามสมการที่ 14 และ 15 ซึ่งมีคุณภาพและเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

$$rtt = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right] \quad \text{.....(14)}$$

เมื่อ rtt = ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนข้อสอบ

p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

= 1- p

S^2 = ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

โดยที่

$$s^2 = \frac{\sum\left(X - \overline{X}\right)^2}{N} \quad \text{.....(15)}$$

X = คะแนนรวม

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนผู้สอบทั้งหมด

โดยที่คุณภาพของแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยได้ ควรมีค่าความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.60 หรือ 60% ขึ้นไป

1.5) การวิเคราะห์เปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบทดสอบความรู้ก่อนอบรมและหลังอบรม ด้วยค่าทางสถิติ t – test (dependent sample) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลระหว่างคะแนนแบบทดสอบความรู้ก่อนอบรมและหลังอบรมมีดังสมการที่ 16 (ธีรศักดิ์ อุ่นอารมย์เลิศ, 2549)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \quad \text{.....(16)}$$

เมื่อกำหนดให้

t = แทนอัตราส่วนวิกฤติ

D = แทนความแตกต่างคะแนนของแต่ละคน

$\sum D$ = แทนผลรวมของคะแนนความต่างของแต่ละคน

n = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2) แบบสอบถามความพึงพอใจของการอบรม

2.1) ศึกษาการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ จากแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ และจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับประเด็นความพึงพอใจของเข้ารับการอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรม เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน

2.2) กำหนดเนื้อหาของแบบสอบถาม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ประกอบด้วย ด้านเนื้อหาการเรียนรู้ ด้านการจัดรูปแบบกิจกรรม

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ด้านสื่อให้ความรู้ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ประกอบด้วยข้อคำถาม 10 ข้อ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 1 ฉบับ

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างเรียบร้อยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงดังสมการที่ 11 แล้วนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ทั้งนี้ผู้วิจัยเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 มาใช้เป็นข้อคำถามความพึงพอใจต่อไป

2.4) การทดสอบความเชื่อมั่น ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปเก็บข้อมูลจริงกับกลุ่มทดลองที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นได้นำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient) ตามวิธีการของครอนบัค (Cronbach) ดังสมการที่ 17 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 นำเอาแบบสอบถามนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

ค่าความเชื่อมั่น

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{\sum S_t^2}\right] \quad \text{.....(17)}$$

เมื่อ α = ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

n = จำนวนข้อของแบบสอบถาม

S_i^2 = ความแปรปรวนของแบบสอบถามรายข้อ

S_t^2 = ความแปรปรวนของแบบสอบถามทั้งฉบับ

โดยที่คุณภาพของแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยได้ ควรมีค่าความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.60 หรือ 60% ขึ้นไป

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลศึกษาปริมาณมิวซิเลจ เพคติน กัม ในเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

การนำผักเมือกลื่นที่ได้จากท้องถิ่น ได้แก่ กระเจี๊ยวเขียว และมะตาด นำมาเตรียมผักในเบื้องต้น จากนั้นนำมาวิเคราะห์สารพอลิแซ็กคาไรด์ 3 ชนิด ได้แก่ มิวซิเลจ (mucilage) เพคติน (pectin) และกัม (Gum) โดยมีผลการวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์ในผักมีเมือก โดยเปรียบเทียบระหว่างผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว (ตารางที่ 13) พบว่า ผลมะตาด มีปริมาณเพคตินมากที่สุด ร้อยละ 14.30 รองลงมาคือ กัม ร้อยละ 3.80 ตามลำดับ ส่วนผลกระเจี๊ยบเขียว มีปริมาณกัมมากที่สุด ร้อยละ 7.20 รองลงมาคือ เพคติน ร้อยละ 3.50 ตามลำดับ ซึ่งร้อยละของผลผลิตของชนิดพอลิแซ็กคาไรด์ทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

การทางกายภาพพอลิแซ็กคาไรด์ในผลมะตาด (ตารางที่ 14) พบว่า มีค่าความสว่าง (L*) ของมิวซิเลจ เพคติน กัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$) โดยค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 67.74-68.71 ส่วนค่าสีแดง (a*) มิวซิเลจ เพคติน แตกต่างจากกัม ซึ่งค่าสีแดงอยู่ในช่วง 5.12-16.02 และค่าสีเหลือง (b*) มิวซิเลจ กัม แตกต่างจากเพคติน ค่าสีเหลืองอยู่ในช่วง 13.23-24.44 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 14.19-26.57 แสดงถึงตัวอย่างมีสีเข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 50.79-68.84 ให้สีส้มแดงถึงเหลือง ประกอบกับค่า a_w มีค่าอยู่ระหว่าง 0.56-0.58 ของชนิดพอลิแซ็กคาไรด์ทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

การทางกายภาพพอลิแซ็กคาไรด์ในผลกระเจี๊ยบเขียว (ตารางที่ 14) พบว่า มีค่าความสว่าง (L*) ของมิวซิเลจ กัม แตกต่างจากเพคตินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 46.98-82.30 ส่วนค่าสีแดง (a*) มิวซิเลจ เพคติน แตกต่างจากกัม ซึ่งค่าสีแดงอยู่ในช่วง 1.35-2.68 และค่าสีเหลือง (b*) มิวซิเลจ เพคติน แตกต่างจากกัม ค่าสีเหลืองอยู่ในช่วง 6.67-16.56 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 6.95-16.78 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 73.73-83.87 ให้สีส้มแดงถึงเหลือง ประกอบกับค่า a_w มิวซิเลจเพคติน แตกต่างจากกัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 0.52-0.54

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณมิวซิเลจ เพคติน กัม ในเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

ชนิดพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)	ร้อยละของผลผลิต (%Yield)	
	ผลมะตาด	ผลกระเจี๊ยบเขียว
มิวซิเลจ (mucilage)	1.59±0.02*	0.99±0.01*
เพคติน (pectin)	14.30±0.25*	3.50±0.05*
กัม (Gum)	3.80±0.05*	7.20±0.02*

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพพอลิแซ็กคาไรด์ในผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

ปัจจัยทางกายภาพ	ผลมะตาด			ผลกระเจี๊ยบเขียว		
	มิวซิเลจ	เพคติน	กัม	มิวซิเลจ	เพคติน	กัม
ค่าสี L*	68.71± 0.25^{a}	67.74± 0.96^{a}	68.45± 1.24^{a}	46.98± 0.56^{c}	82.30± 1.77^{a}	63.84± 0.64^{b}
a*	5.12± 0.04^{c}	10.41± 0.19^{b}	16.02± 0.72^{a}	1.95± 0.18^{b}	1.35± 0.37^{c}	2.68± 0.09^{a}
b*	13.23± 0.02^{c}	24.44± 0.81^{a}	19.62± 0.36^{b}	6.67± 0.42^{c}	12.37± 1.05^{b}	16.56± 1.91^{a}
Chroma	14.19± 0.03^{c}	26.57± 0.82^{a}	25.33± 0.73^{b}	6.95± 0.45^{c}	12.45± 1.08^{b}	16.78± 1.90^{a}
Hue angle	68.84± 0.12^{a}	66.92± 0.31^{b}	50.79± 0.75^{c}	73.73± 0.45^{c}	83.87± 1.18^{a}	80.72± 0.75^{b}
ค่า a_w	0.57± 0.01^{a}	0.56± 0.01^{a}	0.58± 0.02^{a}	0.52± 0.01^{c}	0.53± 0.01^{b}	0.54± 0.02^{a}

หมายเหตุ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0 , ขาว = 100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

4.2 ศึกษาการทำแห้งเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเมือกและผงเมือก

4.2.1 ผลการศึกษาการทำแห้งเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท

การศึกษาสมบัติของโฟมจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว จากการทดสอบพบว่า ความหนาแน่นของโฟมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีความหนาแน่นของโฟมมะตาดอยู่ในช่วง 0.20-0.28 กรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนความหนาแน่นของโฟมกระเจี๊ยบเขียวอยู่ในช่วง 0.20-0.43 กรัมต่อมิลลิลิตร จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของโฟมมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนน้ำเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความคงตัวของโฟมมะตาดอยู่ในช่วง 0.20-1.00 มิลลิลิตร และค่าความคงตัวของโฟมกระเจี๊ยบเขียวอยู่ในช่วง 0.00-1.00 มิลลิลิตร (ดังตารางที่ 15 และภาพที่ 9-10) ซึ่งมีค่าความคงตัวของโฟมที่ลดลง เนื่องจากมีปริมาตรของเหลวที่แยกตัวออกจากโฟมที่ลดลง แสดงว่าโฟมสามารถมีความคงตัวตลอดระยะในระหว่างการทำแห้งไม่ยุบตัว สามารถทำแห้งได้ในระยะเวลาสั้น ซึ่งเกิดจากฟองอากาศขนาดเล็ก กระจายอย่างสม่ำเสมอ เพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการเคลื่อนที่และการระเหยของน้ำ (วราภรณ์ ประเสริฐ, 2556) และค่า overrun ของโฟมมะตาดอยู่ในช่วงร้อยละ 404.54-568.75 ส่วนโฟมมะตาดอยู่ในช่วงร้อยละ 264.70-606.25 โดยค่า overrun การอัดอากาศเข้าไปในส่วนผสมทำให้ปริมาตรโฟมเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่น หากค่า overrun สูงขึ้นแสดงว่ามีอากาศด้านในโฟมมาก ซึ่งส่งผลให้ความหนาแน่นของโฟมลดลงเช่นกัน (สุภาวิณี แสนทวีสุข, 2557)

1:3 ส่วน 1:5 ส่วน 1:7 ส่วน 1:9 ส่วน

ความหนาแน่นของโฟมมะตาด

1:3 ส่วน 1:5 ส่วน 1:7 ส่วน 1:9 ส่วน

ความหนาแน่นของโฟมกระเจี๊ยบเขียว

ภาพที่ 9 ความหนาแน่นของโฟมมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

1:3 ส่วน 1:5 ส่วน 1:7 ส่วน 1:9 ส่วน

ความคงตัวของโฟมมะตาด

1:3 ส่วน 1:5 ส่วน 1:7 ส่วน 1:9 ส่วน

ความคงตัวของโฟมกระเจี๊ยบเขียว

ภาพที่ 10 ความคงตัวของโฟมมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดสอบเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท โดยอัตราส่วนเนื้อต่อน้ำสะอาดที่เหมาะสมคือ อัตราส่วน 1:7 ส่วน ทั้งในเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว เนื่องจากความข้นของเมือกมีความพอเหมาะ เมื่อนำมาตีผสมสามารถเกิดโฟมได้ มีความหนาแน่นของโฟม และมีความคงตัวในปริมาตรที่มาก และค่า overrun ที่มากกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ จึงเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมมีผลต่อการทำแห้งที่ดี โดยในขณะเดียวกันหากมีอัตราส่วนน้ำที่น้อยกว่าจะมีผลต่อความข้นที่มากกว่าโดยเฉพาะในกระเจี๊ยบเขียว เมื่อนำมาตีผสมจะเกิดโฟมได้ช้า ความหนาแน่นของโฟมและค่า overrun น้อยกว่า จึงอาจส่งผลต่อการทำแห้งและลักษณะการทำผงจากเมือกที่ไม่เหมาะสม (ดังตารางที่ 15)

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนน้ำสะอาดที่เหมาะสมของความข้นน้ำเมือกจากกระเจี๊ยบเขียวและมะตาดที่ใช้ในการก่อโฟมทั้ง 4 ระดับ

อัตราส่วนเนื้อมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำสะอาด (ส่วน)		ความหนาแน่นของโฟม Density (กรัมต่อมิลลิลิตร)	ความคงตัวของโฟม Stability (มิลลิลิตร)	ค่า overrun (ร้อยละ)
มะตาด	1:3	0.28±0.005[a]	0.20±0.002[b]	404.54±0.002[d]
	1:5	0.23±0.005[b]	1.00±0.010[a]	472.22±0.003[b]
	1:7	0.20±0.001[c]	0.20±0.001[b]	568.75±0.002[a]
	1:9	0.24±0.002[b]	1.00±0.007[a]	436.84±0.001[c]
กระเจี๊ยบเขียว	1:3	0.43±0.003[a]	0.00±0.003[c]	264.70±0.003[d]
	1:5	0.36±0.002[b]	1.00±0.002[a]	310.34±0.002[c]
	1:7	0.20±0.003[d]	0.00±0.002[c]	606.25±0.002[a]
	1:9	0.31±0.002[c]	0.20±0.002[b]	380.00±0.002[b]

หมายเหตุ [a-c] หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

4.2.2.1 ผลการศึกษาทางกายภาพของผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวด้วยการทำแห้งโดยเทคนิคโฟมเมท

ผงเมือกมะตาด พบว่า อัตราส่วนของเนื้อมะตาดต่อน้ำสะอาดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่าความสว่าง (L*) ของอัตราส่วน 1:3, 1:5 และ 1:7 แตกต่างจาก 1:9 โดยค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 84.45-86.15 ส่วนค่าสีเขียว (-a*) มีอัตราส่วน 1:3, 1:7 และ 1:9 แตกต่างจาก 1:5 มีค่าสีเขียวในช่วง -0.36 ถึง -0.88 และค่าสีเหลือง (b*) มีอัตราส่วน 1:5, 1:7 และ 1:9 แตกต่างจาก 1:3 มีค่าสีเหลือง 8.29-9.88 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 7.41-9.89 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 92.09-96.06 ให้สีเหลืองถึงเหลืองเขียว จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ค่าความสว่างใกล้เคียงกัน ส่วนค่าสีเขียวและค่าสีเหลืองที่มีอัตราส่วนน้ำน้อยกว่าจะให้สีที่เข้มกว่า เนื่องจากเมือกมะตาดที่ผ่านการสกัดจะให้สีเหลืองอมเขียวเล็กน้อย เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำที่เพิ่มขึ้นในแต่ละระดับมีผลให้เกิดการเจือจางของสี ประกอบกับในส่วนผสมมีมอลโตแด็กตรินที่มีลักษณะเป็นผงสีขาว จึงส่งผลให้ผงมะตาดที่ได้มีความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a_w ของผงเมือกมะตาดในอัตราส่วน 1:5, 1:9 แตกต่างจาก 1:3, 1:7

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่าในช่วง 0.11-0.15 และค่าความชื้นในอัตราส่วน 1:3, 1:5, 1:7 แตกต่างจาก 1:9 มีค่าระหว่าง 4.74-5.41 (ดังตารางที่ 16)

ผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว พบว่า อัตราส่วนของเนื้อกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำสะอาดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่าความสว่าง (L*) ของอัตราส่วน 1:3, 1:5 แตกต่างจาก 1:7, 1:9 โดยค่าความสว่าง 81.93-83.17 ส่วนค่าสีเขียว (-a*) มีอัตราส่วน 1:3, 1:5 และ 1:9 แตกต่างจาก 1:7 มีค่าสีเขียว -1.75 ถึง -2.29 และค่าสีเหลือง (b*) มีอัตราส่วน 1:3, 1:9 แตกต่างจาก 1:5, 1:7 มีค่าสีเหลืองอยู่ในช่วง 11.43-13.05 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 11.61-13.21 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 97.85-100.12 ให้สีเหลืองถึงเหลืองเขียว จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ค่าความสว่างใกล้เคียงกัน ส่วนค่าสีเขียวและค่าสีเหลืองที่มีอัตราส่วนน้ำน้อยกว่าจะให้สีที่เข้มกว่า เนื่องจากเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการสกัดจะให้สีเขียวอ่อน เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำที่เพิ่มขึ้นในแต่ละระดับมีผลให้เกิดการเจือจางของสี ประกอบกับในส่วนผสมมีมอลโตแด็กตรินที่มีลักษณะเป็นผงสีขาว จึงส่งผลให้ผงมะตาดที่ได้มีความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a_w ของผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว ในอัตราส่วน 1:7, 1:9 แตกต่างจาก 1:3, 1:5 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่าระหว่าง 0.11-0.18 และค่าความชื้นในอัตราส่วน 1:7 แตกต่างจาก 1:3, 1:5, 1:9 มีค่าระหว่าง 4.78-5.71 (ดังตารางที่ 16)

จากผลการทดสอบทางกายภาพของผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว มีอัตราส่วนเนื้อต่อน้ำสะอาดที่เหมาะสมคือ อัตราส่วน 1:7 ส่วน ทั้งในเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว เนื่องจากความข้นของเมือกมีความพอเหมาะ เมื่อนำมาตีผสมสามารถเกิดโฟมได้ดี สามารถทำแห้งได้ในระยะเวลาที่กำหนด อีกทั้งหากในอัตราส่วนน้ำที่น้อยกว่าจะมีผลต่อความข้นที่มากกว่า โดยเฉพาะในเมือกกระเจี๊ยบเขียว เมื่อนำมาตีผสมจะเกิดโฟมได้ช้า เมื่อทำแห้งจะมีลักษณะเปียกชื้นและใช้เวลาทำแห้งมากกว่าที่กำหนด แผ่นโฟมติดภาชนะแซะออกอยาก ผงเมือกที่ได้จะมีลักษณะแผ่นแข็ง ไม่สามารถบดละเอียดได้ทั้งหมด

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท จากอัตราส่วนน้ำสะอาด 4 ระดับ

ปัจจัยคุณภาพ	อัตราส่วนเนื้อผักต่อน้ำสะอาด (ส่วน)			
	1:3	1:5	1:7	1:9
ผงเมือกมะตาด				
ค่าสี				
L*	84.45±0.08^{c}	85.37±0.01^{b}	85.54±0.08^{b}	86.15±0.01^{a}
-a*	-0.36±0.05^{c}	-0.88±0.01^{a}	-0.76±0.04^{b}	-0.71±0.05^{b}
b*	9.88±0.05^{a}	8.29±0.15^{c}	8.64±.014^{b}	7.38±0.08^{d}
Chroma^{ns}	9.89±0.05	8.34±0.15	8.67±0.14	7.41±0.07
Hue angle ^{ns}	92.09±0.30	96.06±0.18	95.03±0.34	95.50±0.44
ค่า a_w	0.13±0.01^{b}	0.15±0.01^{a}	0.11±0.02^{c}	0.14±0.01^{a}
ค่าความชื้น	4.73±0.01^{C}	4.96±0.01^{b}	4.74±0.03^{C}	5.41±0.06^{a}
ผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว				
ค่าสี				
L*	81.93±0.17^{c}	82.82±0.13^{b}	82.89±0.19^{ab}	83.17±0.10^{a}
-a*	-1.75±0.06^{c}	-2.06±0.04^{b}	-2.29±0.01^{a}	-2.04±0.01^{b}
b*	12.70±0.13^{b}	13.05±0.06^{a}	13.00±0.10^{a}	11.43±0.13^{c}
Chroma	12.82±0.12^{b}	13.21±0.05^{a}	13.20±0.10^{a}	11.61±0.13^{c}
Hue angle ^{ns}	97.85±0.34	98.97±0.21	99.99±0.12	100.12±0.16
ค่า a_w	0.18±0.01^{a}	0.17±0.02^{a}	0.11±0.01^{c}	0.15±0.01^{b}
ค่าความชื้น	5.55±0.01^{a}	5.57±0.01^{a}	4.78±0.18^{b}	5.71±0.03^{a}

หมายเหตุ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0 , ขาว = 100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

$^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

4.2.2 ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากเมือกและผงเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity) โดยวิธี DPPH ซึ่งใช้ค่า EC_{50} ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ความเข้มข้นของอนุมูลอิสระหรือ % radical scavenging activity ลดลงร้อยละ 50 และใช้สาร Butylate hydroxytoluene (BHT) เป็นสารมาตรฐานเรียบเทียบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งการทดสอบ DPPH เป็นตัวชี้วัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งวัดจากความสามารถของตัวอย่างของสารสกัดในการให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนอะตอมกับ DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปออกซิไดซ์ การลดลงของ DPPH มีผลมาจากสารต้านอนุมูลอิสระ (กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ, 2560) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจะเปรียบเทียบกับสารละลายต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน BHT ที่เป็นสารประกอบฟีนอลประเภทสารสังเคราะห์ (Synthetic antioxidant) และพิจารณาจากค่า EC_{50} หากมีค่าน้อยจะแสดงว่ามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง

การทดสอบด้วยวิธี DPPH กับน้ำเมือกมะตาดและน้ำเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการสกัดให้มีความเหมาะสมต่อการทำแห้งแบบโฟมเมท อัตราส่วน 1:7 และนำผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการทำแห้งแล้ว ดังภาพที่ 11 นำมาวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จากการทดสอบพบว่า การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของน้ำเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว มีค่า EC_{50} ของน้ำเมือกสกัดในช่วง 0.37-0.49 mg/ml ส่วนผงจากเมือกมะตาดและผงจากเมือกกระเจี๊ยบเขียว มีค่า EC_{50} ของน้ำเมือกสกัดในช่วง 0.006-0.013 mg/ml ซึ่งผลการทดสอบแสดงว่าเมือกมะตาดและผงจากเมือกมะตาด มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่า โดยค่า EC_{50} ของเมือกมะตาดและผงจากเมือกมะตาดมีค่าต่ำสุดคือ 0.37 และ 0.006 mg/ml ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า EC_{50} ของสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน BHT ที่มีค่า EC_{50} 0.092 mg/ml ดังนั้นเมือกมะตาดและผงจากเมือกมะตาดมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระมากกว่าเมือกกระเจี๊ยบและผงจากเมือกกระเจี๊ยบเขียว (ดังตารางที่ 17)

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากเมือกและผงเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

ปัจจัยคุณภาพ	DPPH assay (EC50) (mg/ml)
เมือกมะตาด	0.37 ± 0.02^{b}
เมือกกระเจี๊ยบเขียว	0.49 ± 0.01^{a}
ผงจากเมือกมะตาด	0.006 ± 0.02^{d}
ผงจากเมือกกระเจี๊ยบเขียว	0.013 ± 0.05^{c}

หมายเหตุ $^{a-c}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

เมือกมะตาด โฟมมะตาด ผงเมือกมะตาด

เมือกมะตาดและผงเมือกมะตาด

เมือกกระเจี๊ยบเขียว โฟมกระเจี๊ยบเขียว ผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว

เมือกกระเจี๊ยบเขียวและผงเมือกกระเจี๊ยบเขียว

ภาพที่ 11 น้ำเมือก โฟม และผงเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

4.3 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

4.3.1 ผลการศึกษาสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพด

4.3.1.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพด

ผลการคัดเลือกสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพด โดยคัดเลือกจาก 3 สูตร ได้แก่ สูตร A สูตร B และสูตร C นำมาทดลองเพื่อคัดเลือกสูตรทางการค้า โดยประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการเก็บคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) จากคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ สูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดจะถูกเลือกให้เป็นสูตรมาตรฐานในการพัฒนาซุปข้นผงเพื่อสุขภาพ ผู้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของซุปข้าวโพดทั้ง 3 สูตร โดยมีผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของซุปข้าวโพดสูตรทางการค้าทั้ง 3 สูตร

ปัจจัยคุณภาพ	สูตรทางการค้า		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ลักษณะปรากฏ	7.15 ± 0.93^{a}	6.45 ± 1.53^{ab}	6.05 ± 1.39^{b}
สี	7.70 ± 0.65^{a}	6.10 ± 1.41^{b}	6.80 ± 1.60^{b}
กลิ่น	7.55 ± 0.94^{a}	5.90 ± 1.99^{b}	6.50 ± 1.96^{ab}
รสชาติ ^{ns}	6.15 ± 1.63	5.80 ± 1.98	6.25 ± 1.96
ความข้น	7.40 ± 099^{a}	5.70 ± 1.59^{b}	6.05 ± 1.95^{b}
เนื้อสัมผัส	7.05 ± 1.39^{a}	6.20 ± 1.64^{ab}	5.90 ± 1.86^{b}
ความชอบโดยรวม	7.00 ± 1.29^{a}	5.80 ± 1.82^{b}	6.25 ± 1.89^{ab}

หมายเหตุ $^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

จากผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของซุปข้าวโพดสูตรทางการค้าทั้ง 3 สูตร ดังตารางที่ 18 พบว่า

ลักษณะปรากฏซุปข้าวโพด พบว่า สูตรที่ A, B และ C มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 7.15, 6.45 และ 6.05 ตามลำดับ โดยสูตร A มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า สูตร C แตกต่างจาก สูตร A และ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

สีซุปข้าวโพด พบว่า สูตรที่ A, B และ C มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก มีคะแนนเท่ากับ 7.70, 6.10 และ 6.80 ตามลำดับ โดยสูตร A มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า สูตร B และสูตร C แตกต่างจาก สูตร A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

กลิ่นซุปข้าวโพด พบว่า สูตรที่ A, B และ C มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเฉย ๆ ถึงชอบมาก มีคะแนนเท่ากับ 7.55, 5.90 และ 6.50 ตามลำดับ โดยสูตร A มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า สูตร B แตกต่างจาก สูตร A และ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

รสชาติซุปข้าวโพด พบว่า สูตรที่ A, B และ C มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย มีคะแนนเท่ากับ 6.15, 5.80 และ 6.25 ตามลำดับ โดยสูตร C มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า สูตรการค้าทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

ความข้นซุปข้าวโพด พบว่า สูตรที่ A, B และ C มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก มีคะแนนเท่ากับ 7.40, 5.70 และ 6.05 ตามลำดับ โดยสูตร A มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความข้นสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า สูตร B และสูตร C แตกต่างจากสูตร A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

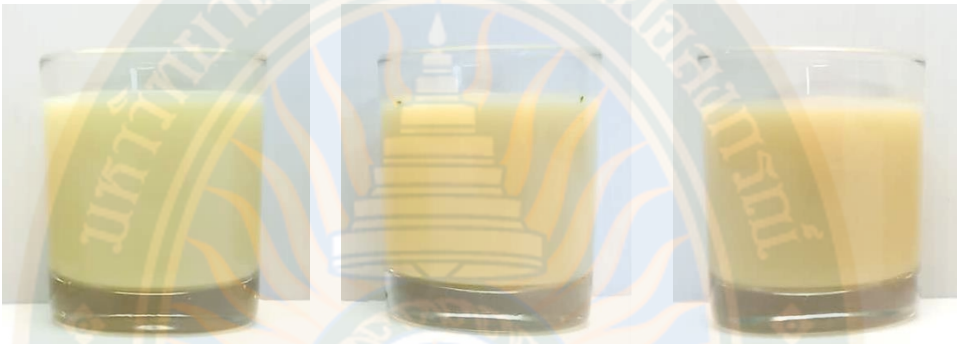
เนื้อสัมผัสซุปข้าวโพด พบว่า สูตรที่ A, B และ C มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 7.05, 6.20 และ 5.90 ตามลำดับ โดยสูตร A มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า สูตร C แตกต่างจากสูตร A และ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

ความชอบโดยรวมซุปข้าวโพด พบว่า สูตรที่ A, B และ C มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 7.00, 5.80 และ 6.25 ตามลำดับ โดยสูตร A มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า สูตร B แตกต่างจากสูตร A และ C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ดังนั้น สูตรการค้าที่ผ่านการคัดเลือกคือ สูตร A เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด ประกอบกับในด้านสีเหลืองนวล กลิ่นหอมรสชาติกลมกล่อม มีความข้นพอเหมาะ ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ ดังภาพที่ 12



สูตร A สูตร B สูตร C

ภาพที่ 12 ซุปข้าวโพดสูตรทางการค้าทั้ง 3 สูตร

4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพด

1) การวิเคราะห์ทางกายภาพสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพดแบบผง (ดังตารางที่ 19) พบว่า ผลการทดสอบค่าสี ของค่าความสว่าง (L*) ซุปข้าวโพดสูตร A และ C แตกต่างจากสูตร B อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 88.02- 89.73 เนื่องจากสูตร B ซุปมีสีเหลืองนวลไม่คล้ำจึงมีผลทำให้ค่าความสว่างมากกว่า ส่วนค่าสีแดง (a*) สูตร C แตกต่างจากสูตร A และ B มีค่าอยู่ในช่วง -1.99-0.69 และค่าค่าสีเหลือง (b*) สูตร B และ C แตกต่างจากสูตร A มีค่าอยู่ในช่วง 20.17-22.51 ซึ่งลักษณะของซุปข้าวโพดสูตร A และ C จะมีสีเหลืองนวลออกน้ำตาลเล็กน้อยจึงมีผลต่อค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลง ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 20.27-22.52 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 88.27-95.64 ให้สีส้มแดงถึงเหลือง มีความสอดคล้องกับค่าสีที่กล่าวไว้ในข้างต้น ส่วนผลของค่า a_w ซุปข้าวโพดสูตร B และ C ต่างจากสูตร A โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.22-0.43 ซึ่งซุปข้าวโพดทั้งสามสูตรมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เมื่อค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) และค่าความชื้น สูตร A และ B ต่างจากสูตร C ค่าระหว่าง 3.96-5.85 ซึ่งทั้งสามสูตรมีค่าความชื้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2548) โดยกำหนดความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 7

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

2) การวิเคราะห์ทางกายภาพสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพดแบบชงผสม (ดังตารางที่ 19) พบว่า ผลการทดสอบค่าสีของค่าความสว่าง (L*) ซุปข้าวโพดชงผสมสูตร A และ C แตกต่างจากสูตร B เนื่องจากสูตร B ซุปมีสีเหลืองนวลไม่คล้ำจึงมีผลทำให้ค่าความสว่างมากกว่า ส่วนค่าสีเขียว (-a*) สูตร B และ C แตกต่างจากสูตร A และค่าค่าสีเหลือง (b*) สูตร A แตกต่างจากสูตร B และ C ซึ่งลักษณะของซุปข้าวโพดสูตร A และ C จะมีสีเหลืองนวลออกน้ำตาลเล็กน้อย จึงมีผลต่อค่าสีเขียวและค่าสีเหลืองลดลง ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 15.63-19.49 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 99.35-108.66 ให้สีเหลืองถึงเหลืองเขียว มีความสอดคล้องกับค่าสีที่กล่าวไว้ในข้างต้น ส่วนค่า a_w ในซุปข้าวโพดสูตร A, B และ C มีค่าเท่ากับ a_w 0.97 ซึ่งทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงว่า มีปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้สูงมีสถานภาพการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง เนื่องจากยีสต์และราเจริญได้ดีเมื่อค่า a_w มากกว่า 0.6 และจุลินทรีย์เจริญได้ดีเมื่อค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.88 – 0.96 (พรพล รมย์นุกูล, 2542) ส่วนผลการทดสอบค่า pH พบว่า ซุปข้าวโพดสูตร B และ C แตกต่างจากสูตร A มีค่าอยู่ในช่วง 6.22-6.92 ซึ่งผลของค่า pH มีค่าใกล้เคียงซึ่งมีความเป็นกลางไม่มีผลกระทบต่อการบริโภค และค่าความหนืด (Viscosity) สูตร B และ C แตกต่างจากสูตร A มีค่าอยู่ในช่วง 8.40-181.96 cP ซึ่งผลของค่าความหนืดแตกต่างกันในแต่ละสูตร เนื่องจากใส่แต่ละสูตรมีส่วนผสมของแป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด และสารให้ความเหนียว INS415 ที่ให้ความข้นในผลิตภัณฑ์มีปริมาณแตกต่างกัน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพซุปข้าวโพดทางการค้าทั้ง 3 สูตร ในแบบผงและชงผสม

ปัจจัยคุณภาพ	สูตรทางการค้า		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
แบบผง			
ค่าสี			
L*	88.02±0.70^{b}	89.73±0.13^{a}	88.03±0.31^{b}
a*	0.69±0.39^{a}	0.60±0.08^{a}	-1.99±0.12^{b}
b*	22.51±0.55^{a}	21.64±0.47^{b}	20.17±0.29^{c}
Chroma	22.52±0.56^{a}	21.65±0.47^{b}	20.27±0.28^{c}
Hue angle	88.27±0.95^{c}	88.42±0.18^{b}	95.64±0.42^{a}
ค่า a_w	0.43±0.00^{a}	0.25±0.00^{b}	0.22±0.00^{c}
ค่าความชื้น	5.33±0.21^{b}	3.96±0.24^{c}	5.85±0.18^{a}
แบบผง			
ค่าสี			
L*	59.30±0.14^{c}	68.08±0.35^{a}	62.92±1.97^{b}
a*	-2.57±0.11^{a}	-6.23±0.13^{c}	-2.97±0.15^{b}
b*	15.42±0.15^{b}	18.47±0.57^{a}	18.29±1.77^{a}
Chroma	15.63±0.13^{c}	19.49±0.50^{a}	18.53±1.72^{b}
Hue angle	99.47±0.49^{b}	108.66±0.90^{a}	99.35±1.35^{c}
ค่า a_w^{ns}	0.97±0.00	0.97±0.00	0.97±0.00
ค่า pH	6.92±0.01^{a}	6.60±0.01^{b}	6.22±0.00^{c}
ค่าความหนืด (Viscosity/cP)	181.96±1.51^{a}	31.27±1.04^{b}	8.40±0.03^{c}

หมายเหตุ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0 , ขาว = 100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

$^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

4.3.2 ผลการศึกษาการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

4.3.2.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

การเสริมผงจากเมือกมตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป ทั้ง 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ โดยประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการเก็บคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) จากคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยผู้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทั้ง 5 ระดับ โดยมีผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์การเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว (ร้อยละ)				
	0	3	5	7	9
ลักษณะปรากฏ (ความเนียน)	6.50 ± 1.55^{b}	6.84 ± 1.41^{ab}	6.96 ± 1.17^{ab}	7.16 ± 1.37^{a}	6.44 ± 1.21^{b}
สี ^{ns}	6.46 ± 1.45	6.52 ± 1.37	6.48 ± 1.40	6.60 ± 1.60	6.24 ± 1.25
ความข้น	5.76 ± 1.39^{b}	6.76 ± 1.31^{a}	6.60 ± 1.49^{a}	6.96 ± 1.76^{a}	5.16 ± 1.31^{c}
เนื้อสัมผัส	6.24 ± 1.57^{b}	6.88 ± 1.39^{ab}	6.70 ± 1.48^{ab}	7.06 ± 1.70^{a}	5.44 ± 1.10^{c}
ความชอบโดยรวม	6.12 ± 1.47^{b}	6.56 ± 1.41^{ab}	6.36 ± 1.57^{b}	7.12 ± 1.68^{a}	5.32 ± 1.07^{c}

หมายเหตุ $^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 5 ระดับ ดังตารางที่ 20 พบว่าลักษณะปรากฏ (ความเนียน) ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปเสริมผงจากเมือกมะตาด และกระเจี๊ยบเขียวพบว่า ร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.50, 6.84, 6.96, 7.16 และ 6.44 ตามลำดับ โดยร้อยละ 5 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่าร้อยละ 0, 9 แตกต่างจาก ร้อยละ 3, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

สีของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว พบว่า ร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.46, 6.52, 6.48 6.60 และ 6.24 ตามลำดับ โดยร้อยละ 7 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่า ทั้ง 5 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

ความข้นของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว พบว่า ร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 5.76, 6.76, 6.60, 6.96 และ 5.16 ตามลำดับ โดยร้อยละ 7 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความข้นสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ร้อยละ 0, 9 แตกต่างจาก ร้อยละ 3, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) ซึ่งร้อยละ 0 ยังไม่ผ่านการเสริมผงเมือกจึงมีความข้นน้อย ส่วนร้อยละ 9 มีความข้นมากกว่าระดับอื่น อีกทั้งยังเกิดการตกค้างในปาก จึงทำให้มีผลต่อการยอมรับที่ลดลง

เนื้อสัมผัสของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว พบว่า ร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเฉย ๆ ถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.24, 6.88, 6.70, 7.06 และ 5.44 ตามลำดับ โดยร้อยละ 7 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ร้อยละ 0, 9 แตกต่างจากร้อยละ 3, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) ซึ่งร้อยละ 0 ยังไม่ผ่านการเสริมผงเมือกจึงมีความข้นน้อย ส่วนร้อยละ 9 มีความข้นมากกว่าระดับอื่น จึงทำให้มีผลต่อการยอมรับที่ลดลง

ความชอบโดยรวมของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวพบว่า ร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเฉย ๆ ถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.12, 6.56, 6.36, 7.12 และ 5.32 ตามลำดับ โดยร้อยละ 7 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ร้อยละ 0, 5 และ 9 แตกต่างจากร้อยละ 3 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

ดังนั้น สามารถเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปได้ร้อยละ 7 เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด ประกอบกับซุปข้นมีเนื้อเนียน มีความเป็นเนื้อเดียวกัน มีสีที่เหมาะสม มีความข้นพอเหมาะ ไม่ข้นหรือเหลวจนเกินไป ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

1) การวิเคราะห์ทางกายภาพการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปแบบผง มีผลการทดสอบค่าสี พบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีค่าอยู่ในช่วง 89.13-89.41 ค่าสีแดง (a*) มีค่าอยู่ในช่วง 1.62-1.68 และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าอยู่ในช่วง 17.75-17.81 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 17.83-17.89 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 84.62-84.80 ให้สีส้มแดงถึงเหลือง ซึ่งในซุปข้นเสริมผงจากเมือกทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากปริมาณการเสริมผงจากเมือก ใกล้เคียงกัน จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี โดยซุปที่ได้มีสีเหลืองนวลออกน้ำตาลเล็กน้อย ส่วนค่า a_w ซุปข้นเสริมผงจากเมือกทั้ง 4 ระดับมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่า 0.34-0.35 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$) ซึ่งมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เมื่อค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) ส่วนค่าความชื้น ซุปข้นเสริมผงจากเมือกทั้ง 4 ระดับมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าระหว่าง 4.43-4.57 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$) ซึ่งมีค่าความชื้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2548) โดยกำหนดความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 7

2) การวิเคราะห์ทางกายภาพการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปแบบชงผสม มีผลการทดสอบค่าสี พบว่า ซุปข้นเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวมีค่าความสว่าง (L*) ร้อยละ 3, 5 และ 7 แตกต่างจากร้อยละ 0 ส่วนค่าสีแดง (a*) ร้อยละ 0 และ 5 แตกต่างจากร้อยละ 3 และ 7 และค่าค่าสีเหลือง (b*) ร้อยละ 0, 5, 7 แตกต่างจากร้อยละ 3 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 13.62-14.17 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 86.23-87.52 ให้สีส้มแดงถึงเหลือง แสดงให้เห็นว่าหากเพิ่มปริมาณผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละระดับ ทำให้ค่าความสว่างลดลง ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น และค่าสีเหลืองลดลง เนื่องจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวมีสีเหลืองออกเขียว เมื่อนำมาสกัดเมือกและทำแห้ง จึงทำให้ลักษณะผงที่ได้เกิดสีตามวัตถุดิบ ส่วนค่า a_w ของซุปข้นเสริมผงจากเมือกทั้ง 4 ระดับ มีค่าอยู่ในช่วง 0.97-0.98 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากซุปข้นอยู่ในรูปของเหลวมีส่วนผสมของน้ำปริมาณมาก ดังนั้นจึงมีปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้สูงมีสถานภาพการเจริญเติบโต รา และจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง เนื่องจากยีสต์และราเจริญได้ดีเมื่อค่า a_w มากกว่า 0.6 และจุลินทรีย์เจริญได้ดีเมื่อค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.88-0.96 (พรพล รมย์นุกูล, 2542 อ้างใน Mujumdar and Sirikalaya, 2000) ส่วนค่า pH ร้อยละ 3, 5, 7 แตกต่างจากร้อยละ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 6.61-6.79 และค่าความหนืด (Viscosity) ร้อยละ 9 แตกต่างจาก 0, 3, 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) มีค่า 200.20-396.96 cP ซึ่งผลของค่าความหนืดแตกต่างกันในแต่ละระดับ มีความสอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสหากปริมาณผงเมือกเพิ่มมากขึ้นมีผลต่อความชอบความข้นและเนื้อสัมผัสลดลง

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปในแบบผงและชงผสม

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป (ร้อยละ)				
	0	3	5	7	9
แบบผง					
ค่าสี					
L*^{ns}	89.13±0.46	89.33±0.38	89.38±0.40	89.26±0.30	89.41±0.17
a*^{ns}	1.68±0.15	1.62±0.14	1.62±0.17	1.67±0.13	1.66±0.13
b*^{ns}	17.81±0.41	17.77±0.29	17.78±0.25	17.75±0.37	17.81±0.32
Chroma	17.89±0.42^{a}	17.84±0.30^{bc}	17.85±0.26^{b}	17.83±0.38^{c}	17.89±0.33^{a}
Hue angle	84.62±0.36^{c}	84.80±0.36^{a}	84.80±0.47^{a}	84.63±0.30^{c}	84.68±0.32^{b}
ค่า a_w^{ns}	0.34±0.04	0.35±0.05	0.35±0.53	0.35±0.04	0.35±0.05
ค่าความชื้น^{ns}	4.52±0.21	4.57±0.10	4.43±0.27	4.50±0.18	4.52±0.19
แบบชงผสม					
ค่าสี					
L*	58.34±0.02^{a}	56.97±0.03^{b}	55.90±0.04^{c}	55.36±0.04^{d}	55.49±0.18^{d}
a*	0.59±0.08^{c}	0.82±0.13^{ab}	0.72±0.02^{bc}	0.90±0.06^{a}	0.92±0.02^{a}
b*	13.61±0.07^{c}	14.15±0.10^{a}	13.71±0.04^{bc}	13.93±0.01^{ab}	13.95±0.27^{ab}
Chroma	13.62±0.07^{e}	14.17±0.11^{a}	13.73±0.04^{d}	13.96±0.01^{c}	13.98±0.27^{b}
Hue angle	87.52±0.32^{a}	86.69±0.50^{c}	86.99±0.07^{b}	86.30±0.24^{d}	86.23±0.01^{e}
ค่า a_w^{ns}	0.98±0.02	0.97±0.04	0.97±0.01	0.98±0.03	0.98±0.01
ค่า pH	6.79±0.01^{a}	6.73±0.02^{b}	6.65±0.01^{c}	6.63±0.03^{cd}	6.61±0.02^{d}
ค่าความหนืด (Viscosity/cP)	200.20±0.20^{e}	237.07±1.22^{d}	331.50±0.61^{c}	353.33±1.15^{b}	396.96±1.20^{a}

หมายเหตุ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0 , ขาว = 100), a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว), b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

$^{a-e}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

4.3.3 ผลการศึกษาปริมาณนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

4.3.3.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปริมาณนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป

อัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ โดยประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการเก็บคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) จากคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยผู้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของทั้ง 4 ระดับ โดยมีผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ระดับ

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียม (ร้อยละ)			
	100:0	80:20	60:40	40:60
ลักษณะปรากฏ^{ns} (ความเนียน)	6.66 ± 1.47	6.96 ± 1.42	6.96 ± 1.18	6.63 ± 1.65
สี ^{ns}	6.46 ± 1.40	6.93 ± 1.25	6.76 ± 1.47	6.63 ± 1.60
กลิ่น^{ns} (นมถั่วเหลือง)	5.86 ± 1.73	6.60 ± 1.52	6.23 ± 1.81	6.40 ± 1.75
รสชาติ	5.90 ± 1.49^{b}	6.67 ± 1.64^{ab}	6.50 ± 1.30^{ab}	7.06 ± 1.48^{a}
ความข้น^{ns}	6.46 ± 1.56	6.60 ± 1.13	6.50 ± 1.38	6.73 ± 1.43
เนื้อสัมผัส	6.10 ± 1.42^{b}	6.83 ± 1.44^{ab}	6.73 ± 1.41^{ab}	6.93 ± 1.20^{a}
ความชอบโดยรวม	6.66 ± 1.34^{b}	7.33 ± 1.15^{ab}	7.06 ± 1.36^{ab}	7.40 ± 1.06^{a}

หมายเหตุ $^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

จากผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ระดับ พบว่า ลักษณะปรากฏ (ความเนียน) อัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปพบว่า ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.66, 6.96, 6.96 และ 6.63 ตามลำดับ โดยร้อยละ 80:20 และ 60:40 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า อัตราส่วนทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$) สีของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปพบว่า ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.46, 6.93, 6.76 และ 6.63 ตามลำดับ โดยร้อยละ 80:20 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า อัตราส่วนทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

กลิ่น (นมถั่วเหลือง) ของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป พบว่า ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 5.86, 6.60, 6.23 และ 6.40 ตามลำดับ โดยร้อยละ 40:60 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า อัตราส่วนทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

รสชาติของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป พบว่า ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 5.90, 6.67, 6.50 และ 7.06 ตามลำดับ โดยร้อยละ 40:60 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ร้อยละ 100:0 แตกต่างจากร้อยละ 80:20, 60:40 และ 40:60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

ความข้นของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป พบว่า ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.46, 6.60, 6.50 และ 6.73 ตามลำดับ โดยร้อยละ 40:60 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความข้นสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า อัตราส่วนทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

เนื้อสัมผัสของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป พบว่า ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง มีคะแนนเท่ากับ 6.10, 6.83, 6.73 และ 6.93 ตามลำดับ โดยร้อยละ 40:60 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ร้อยละ 100:0 แตกต่างจาก ร้อยละ 80:20, 60:40 และ 40:60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ความชอบโดยรวมของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปพบว่า ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก มีคะแนนเท่ากับ 6.66, 7.33, 7.06 และ 7.40 ตามลำดับ โดยร้อยละ 40:60 มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมสูงสุด เมื่อทดสอบความแตกต่าง พบว่า ร้อยละ 100:0 แตกต่างจาก ร้อยละ 80:20, 60:40 และ 40:60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

ดังนั้น สามารถปรับอัตราส่วนนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปได้ร้อยละ 40:60 เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุด ประกอบกับลักษณะซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปมีความเป็นเนื้อเนียน มีสีเหลืองนวล กลิ่นและรสชาติพอเหมาะ เป็นลักษณะที่เหมาะสม ภาพที่ 13

ร้อยละ 100:0 ร้อยละ 80:20 ร้อยละ 60:40 ร้อยละ 40:60

ภาพที่ 13 ปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ระดับ

4.3.3.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปปรับปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียม

1) การวิเคราะห์ทางกายภาพปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปแบบผง พบว่า ผลการทดสอบค่าสี ในปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมทั้ง 4 ระดับ มีค่าความสว่าง (L*) ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 แตกต่างจากร้อยละ 40:60 มีค่าในช่วง 89.82-91.88 ส่วนค่าสีแดง (a*) ร้อยละ 80:20, 60:40, 40:60 แตกต่างจากร้อยละ 100:0 มีค่าในช่วง 1.01-1.52 ส่วนค่าสีเหลือง (b*) ร้อยละ 80:20, 60:40, 40:60 แตกต่างจากร้อยละ 100:0 มีค่าอยู่ระหว่าง 15.64-17.72 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 13.74-17.79 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 85.11-87.58 ให้สีส้มแดงถึงเหลือง เนื่องจากครีมเทียมลักษณะเป็นผงสีขาว ส่วนผงถั่วเหลืองมีสีเหลืองคล้ำ หากปรับปริมาณครีมเทียมเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับ จึงมีผลทำให้ผงซุปข้นมีสีเหลืองนวลออกขาว จึงมีผลทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น แต่ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลงตามลำดับ ส่วนค่า a_w

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ซุปข้นในปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมร้อยละ 100:0, 40:60, 60:40 แตกต่างจากร้อยละ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งทั้ง 4 ระดับมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าช่วง 0.27-0.31 โดยมีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เมื่อค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) ส่วนค่าความชื้น ซุปข้นในปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ซึ่งมีค่าในช่วง 4.56-4.79 โดยความชื้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2558) โดยกำหนดความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 7

2) การวิเคราะห์ทางกายภาพปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปแบบชงผสม พบว่า ผลการทดสอบค่าสีซุปข้นในปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมทั้ง 4 ระดับ มีค่าความสว่าง (L*) ร้อยละ 100:0, 80:20, 60:40 แตกต่างจากร้อยละ 40:60 มีค่าอยู่ในช่วง 89.82-91.88 ส่วนค่าสีแดง (a*) ร้อยละ 80:20, 60:40, 40:60 แตกต่างจากร้อยละ 100:0 มีค่า -0.49-1.52 ส่วนค่าสีเหลือง (b*) ร้อยละ 80:20, 60:40, 40:60 แตกต่างจากร้อยละ 100:0 มีค่าอยู่ระหว่าง 13.73-17.72 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 7.52-13.75 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 87.59-96.72 ให้สีส้มแดงถึงเหลืองหรือเหลืองเขียว เนื่องจากครีมเทียมลักษณะเป็นผงสีขาว ส่วนผงถั่วเหลืองมีสีเหลืองคล้ำ หากปรับปริมาณครีมเทียมเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับ จึงมีผลทำให้ซุปข้นมีสีเหลืองนวลออกขาว จึงมีผลทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น แต่ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลงตามลำดับ ส่วนค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ระดับ มีค่า a_w ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากซุปข้นอยู่ในรูปของเหลวมีส่วนผสมของน้ำปริมาณมาก ดังนั้นหากมีปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้สูง มีสถานภาพการเจริญเติบโต ราและจุลินทรีย์ค่อนข้างสูง เนื่องจากยีสต์และราเจริญได้ดีเมื่อค่า a_w มากกว่า 0.6 และจุลินทรีย์เจริญได้ดีเมื่อค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.88-0.96 (พรพล รมย์นุกูล, 2542 อ้างใน Mujumdar and Sirikalaya, 2000) และค่า pH ซุปข้นที่มีปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียม ร้อยละ 80:20, 60:40, 40:60 แตกต่างจากร้อยละ 100:0 อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่า 6.56-6.83 ซึ่งผลของค่า pH มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่าความหนืด (Viscosity) พบว่าค่าความหนืด (Viscosity) ทั้ง 4 ระดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$) มีค่า 351.38-354.26 cP เนื่องจากนำครีมเทียมมาทดแทนน้ำนมถั่วเหลืองผง โดยมีปริมาณเท่าเดิม จึงทำให้ความข้นของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความข้นที่ไม่แตกต่างกัน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพการปรับปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปในแบบผงและชงผสม

ปัจจัยคุณภาพ	ปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป			
	ร้อยละ 100:0	ร้อยละ 80:20	ร้อยละ 60:40	ร้อยละ 40:60
แบบผง				
ค่าสี				
L	89.52 ± 0.11^{d}	89.82 ± 0.12^{c}	90.86 ± 0.10^{b}	91.88 ± 0.11^{a}
a*	1.52 ± 0.40^{a}	1.34 ± 0.02^{b}	1.01 ± 0.00^{c}	0.58 ± 0.06^{d}
b*	17.72 ± 0.09^{a}	17.04 ± 0.10^{b}	15.64 ± 0.21^{c}	13.73 ± 0.11^{d}
Chroma	17.79 ± 0.12^{a}	17.09 ± 0.10^{b}	15.67 ± 0.21^{c}	13.74 ± 0.11^{d}
Hue angle	85.11 ± 1.26^{d}	85.50 ± 0.04^{c}	86.30 ± 0.05^{b}	87.58 ± 0.23^{a}
ค่า a_w	0.29 ± 0.01^{b}	0.31 ± 0.00^{a}	0.28 ± 0.00^{c}	0.27 ± 0.00^{c}
ค่าความชื้น^{ns}	4.79 ± 0.43	4.73 ± 0.13	4.61 ± 0.28	4.56 ± 0.02
แบบชงผสม				
ค่าสี				
L	54.87 ± 0.06^{d}	56.36 ± 0.03^{c}	57.92 ± 0.05^{b}	60.26 ± 0.06^{a}
a*	0.58 ± 0.11^{a}	0.15 ± 0.02^{b}	-0.49 ± 0.35^{c}	-0.88 ± 0.03^{d}
b*	13.74 ± 0.08^{a}	12.27 ± 0.03^{b}	9.69 ± 0.06^{c}	7.47 ± 0.04^{d}
Chroma	13.75 ± 0.08^{a}	12.27 ± 0.03^{b}	9.71 ± 0.04^{c}	7.52 ± 0.04^{d}
Hue angle	87.59 ± 0.44^{d}	89.30 ± 0.09^{c}	92.90 ± 2.08^{b}	96.72 ± 0.26^{a}
ค่า a_w^{ns}	0.97 ± 0.02	0.97 ± 0.01	0.98 ± 0.02	0.98 ± 0.01
ค่า pH	6.83 ± 0.01^{a}	6.54 ± 0.03^{c}	6.56 ± 0.01^{c}	6.75 ± 0.01^{b}
ค่าความหนืด^{ns} (Viscosity/cP)	354.26±1.23	351.38±1.53	351.84±1.71	352.36±1.45

หมายเหตุ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0 , ขาว = 100)

a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว)

b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

$^{a-b}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq .05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ร้อยละ 100:0 ร้อยละ 80:20

ร้อยละ 60:40 ร้อยละ 40:60

ภาพที่ 14 การปรับปริมาณนมถั่วเหลืองต่อครีมเทียมในซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป 4 ระดับ

4.4 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

4.4.1 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

4.4.1.1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

จากผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบของข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลืองผง ครีมเทียม ผงมะตาดและผงกระเจี๊ยบเขียว น้ำตาลทรายขาว มีปริมาณร้อยละ 26.32, 10.53, 15.78, 13.16, 13.16 และ 21.05 ดังตารางที่ 24 โดยวัตถุดิบที่ใช้ต้องนำมาบดละเอียดให้เป็นผง ร่อนผ่านตะแกรง ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีขาวนวล กลิ่นหอมข้าวและนมถั่วเหลือง มีความละเอียดเป็นผงแห้ง มีความข้นที่พอเหมาะจากผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว (ภาพที่ 15 และ 16) ปริมาณบรรจุต่อซองน้ำหนัก 50 กรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค โดยบรรจุภายในถุงเมทัลไลท์ซิปล็อค เมื่อรับประทานให้ผสมน้ำร้อน 250 กรัม หรือประมาณ 1 ถ้วยตวง คนผสมให้เข้ากัน

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 24 ส่วนผสมของซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

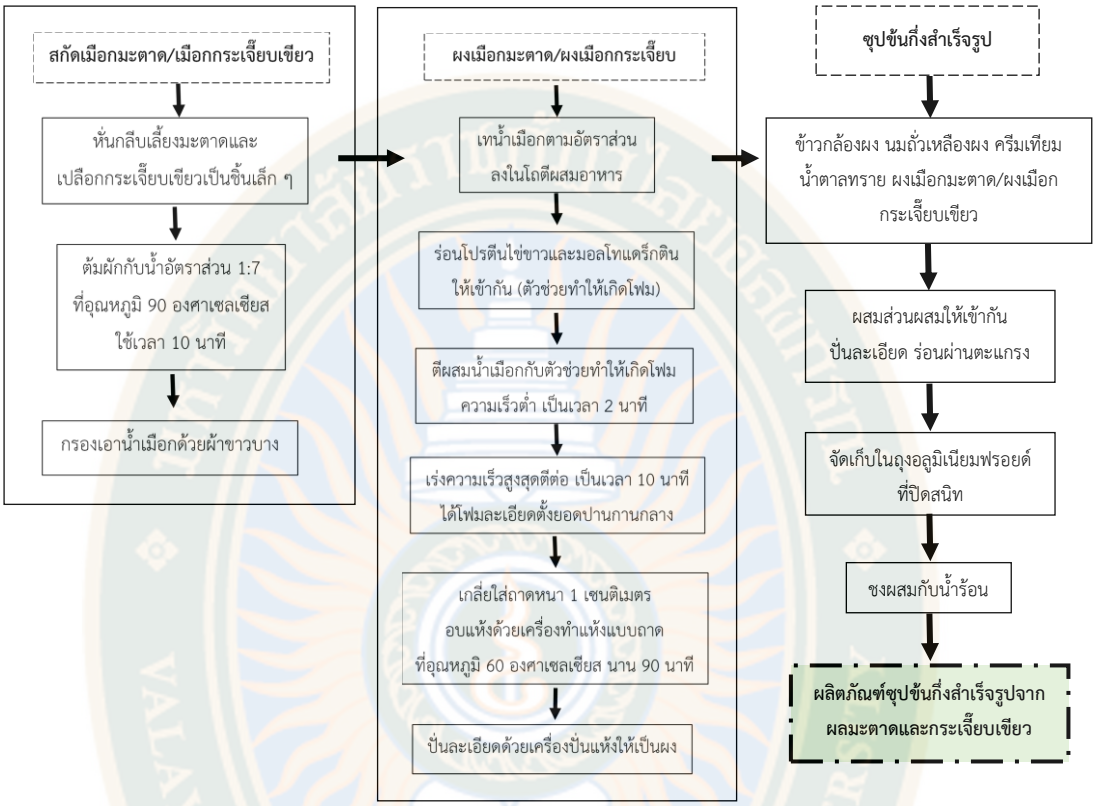
ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ร้อยละ (น้ำหนักสุทธิ)
ข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปผง	13.16	26.32
น้ำนมถั่วเหลืองผง	5.26	10.53
ครีมเทียม	7.89	15.78
เมือกมะตาดผง	6.58	13.16
เมือกกระเจี๊ยบเขียวผง	6.58	13.16
น้ำตาลทรายขาว	10.53	21.05

หมายเหตุ ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป ผลิตได้น้ำหนักสุทธิ 50 กรัม

ภาพที่ 15 ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ชุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

โดยนำผลิตภัณฑ์ชุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวมาวิเคราะห์คุณค่าทางสารอาหารและนำเสนอด้วยฉลากโภชนาการตามปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ซึ่งผลิตภัณฑ์ต่อ 1 หน่วยบริโภคให้พลังงานทั้งหมด 210 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 35 กิโลแคลอรี) โดยไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร โซเดียม เหล็ก แคลเซียม ร้อยละ 6, 4, 13, 4, 2, 4 และ 6 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 25)

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 25 ข้อมูลทางโภชนการผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ข้อมูลโภชนาการ				
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ถุง (50 กรัม) จำนวนหน่วยบริโภคต่อถุง : 1				
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พลังงานทั้งหมด 210 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 35 กิโลแคลอรี)				
			ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*	
ไขมันทั้งหมด	4	ก.	6	%
ไขมันอิ่มตัว	2.5	ก.	13	%
โคเลสเตอรอล	0	มก.	0	%
โปรตีน	4	ก.		
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	39	ก.	13	%
ใยอาหาร	1	ก.	4	%
น้ำตาล	11	ก.		
โซเดียม	30	มก.	2	%
	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*			
วิตามินเอ	0 %		วิตามินบี 1	0 %
วิตามินบี 2	0 %		แคลเซียม	6 %
เหล็ก	4 %			
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี				
ความต้องการพลังงานแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้				
ไขมันทั้งหมด			น้อยกว่า	65 ก.
ไขมันอิ่มตัว			น้อยกว่า	20 ก.
โคเลสเตอรอล			น้อยกว่า	300 มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด				300 ก.
ใยอาหาร				25 ก.
โซเดียม			น้อยกว่า	2,000 มก.
พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน = 9 ; โปรตีน = 4 ; คาร์โบไฮเดรต = 4				

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

4.4.2 ผลการทดสอบตามมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI)

การทดสอบมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI) ดังตารางที่ 26 พบว่ามีการทดสอบการไหลตามมาตรฐานในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งจะนำของเหลวใส่ในกระบอกฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ปล่อยให้ของเหลวไหล 10 วินาที โดยการทดลองมีการควบคุมอุณหภูมิ 2 ระดับคือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 0, 10 และ 20 นาที ซึ่งในอุณหภูมิห้องมีปริมาณการไหลอยู่ในช่วง 6.20-7.55 มิลลิลิตร ส่วนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณการไหลอยู่ในช่วง 3.95-4.90 มิลลิลิตร ทั้งสองระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าของเหลวที่เหลือคงค้างน้อยสุดที่ 4 มิลลิลิตร แต่ไม่เกิน 8 มิลลิลิตร ซึ่งจัดอยู่ในมาตรฐานระดับ 2 ความหนืดน้อย (ภาพที่ 16) ส่วนค่าความหนืด (Viscosity) ที่ควบคุมอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 0, 10 และ 20 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า 123.15-341.82 cP ซึ่งผลของค่าความหนืดแตกต่างกัน มีความสอดคล้องกับการทดสอบมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน หากซุปข้นชงผสมมีอุณหภูมิที่ลดลงประกอบกับระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นในแต่ละระดับ ซึ่งลักษณะผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวข้น มีความเป็นเนื้อเดียวกัน เนียนละเอียด ไม่มีเส้นใยหยาบ ไม่แยกชั้น โดยของเหลวในระดับนี้จะสามารถไหลออกจากช้อนได้ สามารถจิบหรือเทออกจากช้อนได้เร็ว แต่ช้ากว่าของเหลวไม่หนืด ต้องออกแรงเล็กน้อยในการดูดหากใช้หลอดดูดที่มีขนาดมาตรฐาน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.3 มิลลิเมตร) สามารถดื่มจากแก้วหรือใช้ช้อนตักรับประทานได้ มีผลทำให้ลดความเสี่ยงต่อการสำลักระหว่างการรับประทาน (คณะกรรมการ IDDSI, 2562)

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบตามมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI) ในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

อุณหภูมิ	ระยะเวลา (นาที)	ปริมาณ (มิลลิลิตร)	ค่าความหนืด (Viscosity/cP)
อุณหภูมิห้อง	0	6.20 ± 0.16^{b}	139.77 ± 1.94^{e}
	10	6.35 ± 0.10^{b}	312.84 ± 0.12^{b}
	20	7.55 ± 0.19^{a}	341.82 ± 1.36^{a}
80 องศาเซลเซียส	0	3.95 ± 0.05^{d}	123.15 ± 0.85^{f}
	10	4.00 ± 0.01^{d}	143.52 ± 0.37^{d}
	20	4.90 ± 0.08^{c}	277.25 ± 1.33^{c}

หมายเหตุ $^{a-f}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq .05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ภาพที่ 17 การทดสอบมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI) ในผลิตภัณฑ์
ที่มา: คณะกรรมการ IDDSI (2562)

4.4.3 วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พอลิแซ็กคาไรด์ และการวิเคราะห์ทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity) โดยวิธี DPPH ซึ่งใช้ค่า EC_{50} ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ความเข้มข้นของอนุมูลอิสระหรือ % radical scavenging activity ลดลงร้อยละ 50 และใช้สาร Butylate hydroxytoluene (BHT) เป็นสารมาตรฐานเรียบเทียบคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.15 ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปออกซิไดซ์ การลดลงของ DPPH (กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ, 2560) ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจะเปรียบเทียบกับ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

สารละลายต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน BHT ที่เป็นสารประกอบฟีนอลประเภทสารสังเคราะห์ (Synthetic antioxidant) และพิจารณาจากค่า EC50 หากมีค่าน้อยจะแสดงว่ามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง โดยการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวและซุปข้นทางการค้า พบว่า การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์มีค่า EC_{50} อยู่ในช่วง 8.18-23.38 mg/ml โดยผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่า โดยค่า EC_{50} ของผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำสุดคือ 8.18 mg/ml ดังนั้นผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวความสามารถต้านอนุมูลอิสระมากกว่าซุปข้นทางการค้า

ส่วนการวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์โดยการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวและซุปข้นทางการค้า พบว่า มีปริมาณมิลซิเลจมากที่สุด ร้อยละ 56.30 เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.50 ส่วนแพ็คตินร้อยละ 23 ลดลง 4.10 และกัมร้อยละ 4.10 ลดลง 3.90 ส่วนผลการวิเคราะห์ทางเคมี มีผลค่าพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้น 305.34 กิโลแคลอรี่ คาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.55 โปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.65 และเส้นใยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.32 ไขมันลดลง 14.47 ส่วนไขมันลดลงร้อยละ 14.47 เนื่องจากในผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงมีส่วนประกอบของข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลือง ผงเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว น้ำตาลทราย ครีมเทียม ส่วนผสมที่กว่าวมามีผลต่อสารอาหารที่เพิ่มขึ้น เช่น โปรตีน คาร์โบไฮดรต ใยอาหาร ไขมัน ตามลำดับ ประกอบกับมีปริมาณที่แตกต่างกันกับสูตรทางการค้า ดังตารางที่ 27

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์คุณภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างซุปข้นทางการค้าและซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

การวิเคราะห์คุณภาพ	ร้อยละน้ำหนักแห้ง		การเปรียบเทียบ (ร้อยละ)
	ซุปข้น สูตรทางการค้า	ซุปข้น เพื่อสุขภาพฯ	
1. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay (EC50) mg/ml	23.38±0.11*	8.18±0.01*	ลดลง 15.20
2. การวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์			
มิวซิเลจ (% yield)	48.80±0.15*	56.30±0.07*	เพิ่มขึ้น 7.50
แพ็คติน (% yield)	27.30±0.04*	23.20±0.05*	ลดลง 4.10
กัม (% yield)	8.00±0.10*	4.10±0.15*	ลดลง 3.90
3. การวิเคราะห์ทางเคมี			
ค่าพลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี่/กรัม)	4,011.33±1.24*	4,316.67±1.49*	เพิ่มขึ้น 305.34
ความชื้น	6.10±0.87*	4.00±0.95*	ลดลง 2.10
คาร์โบไฮเดรต	50.47±0.09*	69.02±0.04*	เพิ่มขึ้น 18.55
โปรตีน	0.92±0.41*	3.57±0.15*	เพิ่มขึ้น 2.65
ไขมัน	27.25±0.76*	12.78±0.43*	ลดลง 14.47
เถ้า	15.26±1.95*	10.63±0.94*	ลดลง 4.63
เส้นใย	0.05±0.02*	0.37±0.90*	เพิ่มขึ้น 0.32

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq .05$)

4.4.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว กับผู้บริโภคเป้าหมาย โดยจัดเป็นแบบสอบถามและการทดสอบชิม ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้บริโภคทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 20-60 ปีขึ้นไป จำนวน 100 คน ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพรบรมราชูปถัมภ์ และผู้สูงอายุที่มีอายุ 60-80 ปีขึ้นไป จำนวน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

40 คน ณ องค์การบริหารส่วนตำบลพะเนา จังหวัดนครราชสีมา โดยผู้ทดสอบทั้งสองกลุ่มจะได้รับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างคนละ 1 ชิ้น เป็นอาหารในรูปของเหลว บรรจุลงแก้วพลาสติกปริมาณ 10 มิลลิลิตร และน้ำสะอาด 1 แก้ว พร้อมทั้งแบบสอบถาม 1 ชุด และผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงเมทัลไลท์ซิปล็อค น้ำหนัก 50 กรัมแสดงเป็นตัวอย่าง ผู้บริโภคให้คะแนนตามความชอบ ด้วยวิธี Rating Scale เพื่อทราบระดับของการยอมรับของผู้บริโภค

4.4.4.1 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

จากการทดสอบผู้บริโภคกลุ่มบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน (ตารางที่ 28) พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 74 เป็นเพศหญิง มีอายุอยู่ในช่วง 20 - 29 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 67 มีการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นส่วนมาก คิดเป็นร้อยละ 66 อาชีพส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ร้อยละ 62 ส่วนผู้มีรายได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,001 - 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30

จากการทดสอบผู้บริโภคกลุ่มผู้สูงอายุ จำนวน 40 คน (ตารางที่ 28) พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 87.50 อายุอยู่ในช่วง 60 - 69 ปี คิดเป็นร้อยละ 50 มีการศึกษาระดับต่ำกว่ามัธยมศึกษาส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 70 อาชีพส่วนมากเป็นแม่บ้าน ส่วนใหญ่ร้อยละ 70 เป็นผู้มีรายได้น้อยกว่า 5,000 บาท

ตารางที่ 28 ลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

ลักษณะประชากรศาสตร์	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ				
หญิง	74	74	35	87.50
ชาย	26	26	5	12.50
อายุ				
กลุ่มบุคคลทั่วไป				
ต่ำกว่า 20 ปี	2	2	-	-
20 - 29 ปี	67	67	-	-
30 - 39 ปี	6	6	-	-
40 - 49 ปี	15	15	-	-
50 - 59 ปี	10	10	-	-

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ลักษณะประชากรศาสตร์	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กลุ่มผู้สูงอายุ				
ต่ำกว่า 60 ปี	-	-	5	12.50
60 - 69 ปี	-	-	20	50
70 - 79 ปี	-	-	15	37.50
ระดับการศึกษา				
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	8	8	28	70
มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า	18	18	9	22.50
อนุปริญญา/ปวส.	3	3	1	2.50
ปริญญาตรี	66	66	2	5.0
ปริญญาโท	3	3	-	-
สูงกว่าปริญญาโท	2	2	-	-
อาชีพ				
ธุรกิจส่วนตัว	5	5	5	12.50
นักศึกษา	62	62	-	-
พนักงานบริษัทเอกชน	8	8	-	-
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	3	3	-	-
แม่บ้าน	10	10	28	70
อื่น ๆ - กลุ่มบุคคลทั่วไป พนักงานมหาวิทยาลัย, พนักงานรักษาความปลอดภัย, รับจ้างทั่วไป - กลุ่มผู้สูงอายุ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.)	12	12	7	17.50

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 28 (ต่อ)

ลักษณะประชากรศาสตร์	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือน				
น้อยกว่า 5,000 บาท	23	23	18	45
5,001 - 10,000 บาท	30	30	5	12.50
10,001 - 15,000 บาท	16	16	-	-
15,001 - 20,000 บาท	14	14	-	-
20,001 - 25,000 บาท	3	3	-	-
มากกว่า 25,000 บาท	5	5	-	-
ไม่มีรายได้	9	9	17	42.50

4.4.4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคภายหลังการทดสอบผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคภายหลังการทดสอบผลิตภัณฑ์ของกลุ่มบุคคลทั่วไป (ตารางที่ 29) พบว่า ลักษณะปรากฏ (ความเป็นเนื้อเดียวกัน) สี ความข้น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับมาก ส่วนด้านกลิ่นและรสชาติ มีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพฯ มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้น สีเหลืองนวลออกขาว มีความข้นพอเหมาะ มีกลิ่นและรสชาติจากน้ำนมถั่วเหลือง จึงทำให้มีคะแนนลดลง เนื่องจากน้ำนมถั่วเหลืองมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัว โดยผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเพิ่มงาดำเพื่อมีกลิ่นหอมและรสชาติที่น่ารับประทานมากขึ้น ควรเพิ่มรสชาติให้มีความหลากหลาย เพื่อเพิ่มทางเลือกในการรับประทานให้กับผู้บริโภค ส่วนการยอมรับในผลิตภัณฑ์ฯ (ตารางที่ 30) พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 99 ส่วนความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 87 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่มีการยอมรับในผลิตภัณฑ์และจะตัดสินใจซื้อหากมีการวางจำหน่าย แต่ผู้บริโภคร้อยละ 12 ไม่แน่ใจในการตัดสินใจซื้อ โดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลเกิดจากความไม่นิยมบริโภคน้ำนมถั่วเหลือง จึงทำให้ไม่ชอบกลิ่นหรือไม่ชอบรับประทานน้ำนมถั่วเหลือง

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 29 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย	ระดับการยอมรับ	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย	ระดับการยอมรับ
ลักษณะปรากฏ (ความเป็นเนื้อเดียวกัน)	4.15 ± 0.77	ยอมรับมาก	4.15 ± 0.69	ยอมรับมาก
สี	4.05 ± 0.75	ยอมรับมาก	3.98 ± 0.94	ยอมรับปานกลาง
กลิ่น	3.88 ± 0.85	ยอมรับปานกลาง	4.10 ± 0.98	ยอมรับมาก
รสชาติ	3.99 ± 0.82	ยอมรับปานกลาง	4.40 ± 0.70	ยอมรับมาก
ความข้น	4.13 ± 0.87	ยอมรับมาก	4.20 ± 0.96	ยอมรับมาก
เนื้อสัมผัส	4.15 ± 0.80	ยอมรับมาก	4.30 ± 0.68	ยอมรับมาก
ความชอบโดยรวม	4.30 ± 0.78	ยอมรับมาก	4.55 ± 0.63	ยอมรับมาก
เฉลี่ยรวม	4.10 ± 0.80	ยอมรับมาก	4.24 ± 0.79	ยอมรับมาก

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคภายหลังการทดสอบผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผู้สูงอายุ (ตารางที่ 29) พบว่า ลักษณะปรากฏ (ความเป็นเนื้อเดียวกัน) ความข้น กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับมาก ส่วนด้านสี มีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากมีความคุ้นเคยที่เกิดจากการบริโภควัตถุดิบ ลักษณะผลิตภัณฑ์เมื่อชงผสมมีความเป็นเนื้อเดียวกัน สีเหลืองนวล มีกลิ่นหอม ความข้นพอเหมาะ รสชาติดีไม่หวานเกินไป โดยผู้บริโภคให้ความเห็นว่า ลักษณะผลิตภัณฑ์เหมาะกับการดื่มแทนกาแฟตอนเช้า มีความคล้ายคลึงกับน้ำนมถั่วเหลืองหรือผลิตภัณฑ์ธัญพืชพร้อมดื่ม จึงมีผลต่อการยอมรับในผลิตภัณฑ์ ส่วนการยอมรับในผลิตภัณฑ์ฯ (ตารางที่ 30) พบว่า ผู้บริโภคมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 95 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่มีการยอมรับในผลิตภัณฑ์และจะตัดสินใจซื้อหากมีการวางจำหน่าย

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางที่ 30 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

การทดสอบผลิตภัณฑ์	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การยอมรับในผลิตภัณฑ์				
ยอมรับ	99	99	40	100
ไม่ยอมรับ	1	1	-	-
ความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์				
ซื้อ	87	87	38	95
ไม่แน่ใจ	12	12	1	2.5
ไม่ซื้อ	1	1	1	2.5

4.4.4.3 ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

1) ผลการทดสอบผู้บริโภคในด้านพฤติกรรมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

จากการทดสอบกลุ่มบุคคลทั่วไป พบว่า ช่วงอายุที่เหมาะสมในรับประทานผลิตภัณฑ์คือ ผู้สูงอายุ คิดเป็นร้อยละ 77 รองลงมาคือ วัยเด็กร้อยละ 73 และวัยผู้ใหญ่ร้อยละ 39 ส่วนใหญ่เห็นว่าช่วงเวลาที่ควรรับประทานคือ มื้อเช้าคิดเป็นร้อยละ 75 รองลงมาคือ มื้อก่อนนอนร้อยละ 37 และมื้อเย็นร้อยละ 29 โดยรูปแบบในการรับประทาน ส่วนใหญ่เห็นว่า ควรทานในรูปแบบเครื่องดื่มร้อนร้อยละ 72 เป็นส่วนผสมในอาหารหวานร้อยละ 30 และเป็นเครื่องดื่มเย็นร้อยละ 25 ซึ่งส่วนใหญ่มีการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากคุณค่าทางสารอาหารร้อยละ 82 และมีประโยชน์ต่อสุขภาพร้อยละ 81 รองลงมาคือ รสชาติร้อยละ 71 ราคาร้อยละ 49 และสีสันร้อยละ 30 ประกอบกับพิจารณาสถานที่ในการเลือกซื้อหากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ที่ซุปเปอร์มาร์เก็ตคิดเป็นร้อยละ 66 และร้านสะดวกซื้อร้อยละ 62 รองลงมาคือ ห้างสรรพสินค้าร้อยละ 57 และร้านค้าออนไลน์ร้อยละ 51 (ตารางที่ 31)

จากการทดสอบกลุ่มผู้สูงอายุ พบว่า ช่วงอายุที่เหมาะสมในรับประทานผลิตภัณฑ์คือ ผู้สูงอายุ คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาคือ วัยเด็กร้อยละ 42.50 และวัยผู้ใหญ่ร้อยละ 25 ส่วนใหญ่เห็นว่าช่วงเวลาที่ควรรับประทานคือ มื้อเช้าคิดเป็นร้อยละ 67.50 รองลงมาคือ มื้อก่อนนอนร้อยละ 42.50 และมื้อเย็นร้อยละ 32.50 โดยรูปแบบในการรับประทาน ส่วนใหญ่เห็นว่า ควรทานในรูปแบบเครื่องดื่มร้อนร้อยละ 90 เป็นส่วนผสมในอาหารหวานร้อยละ 40 และเป็นส่วนผสม

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ในอาหารคาวร้อยละ 27.50 ซึ่งส่วนใหญ่มีการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากประโยชน์ต่อสุขภาพ ร้อยละ 75 และมีคุณค่าทางสารอาหารร้อยละ 70 รองลงมาคือ รสชาติร้อยละ 57.50 สีสัน ร้อยละ 47.50 และราคาร้อยละ 42.50 ประกอบกับพิจารณาสถานที่ในการเลือกซื้อ หากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ที่ร้านสะดวกซื้อคิดเป็นร้อยละ 77.50 รองลงมาคือร้านค้าปลีกร้อยละ 47.50 และซุปเปอร์มาร์เก็ตคิดเป็นร้อยละ 40 (ตารางที่ 31)

2) ผลการทดสอบผู้บริโภคในด้านทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฯ

จากการทดสอบกลุ่มบุคคลทั่วไป พบว่า ความเหมาะสมของราคาในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ โดยส่วนใหญ่เห็นว่า ควรจำหน่ายในราคา 26–35 บาท ร้อยละ 43 รองลงมาควนจำหน่ายในราคา 16–25 บาท ร้อยละ 22 อีกทั้งควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงเมทัลไลท์ซิปล็อก คิดเป็นร้อยละ 37 รองลงมาคือ ขวดแก้วร้อยละ 28 และถุงพลาสติกซิปล็อก ร้อยละ 25 (ตารางที่ 31)

จากการทดสอบกลุ่มผู้สูงอายุ พบว่า ความเหมาะสมของราคาในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ โดยส่วนใหญ่เห็นว่า ควรจำหน่ายในราคา 16 – 25 บาท ร้อยละ 55 รองลงมาควรจำหน่ายในราคาต่ำกว่า 15 บาท ร้อยละ 30 อีกทั้งควรบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงเมทัลไลท์ซิปล็อก คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาคือ ถุงพลาสติกซิปล็อกร้อยละ 20 และขวดพลาสติกร้อยละ 17.50 (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติ	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ช่วงวัยที่รับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
วัยเด็ก	73	73	17	42.50
วัยรุ่น	23	23	3	7.50
วัยผู้ใหญ่	39	39	10	25
ผู้สูงอายุ	77	77	32	80
อื่น ๆ (ทุกวัย)	2	2	7	17.50
ช่วงเวลาที่รับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
มื้อเช้า	75	75	27	67.50
มื้อว่างเช้า	23	23	6	15

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติ	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มื้อกลางวัน	6	6	8	20
มื้อว่างบ่าย	13	13	5	12.50
มื้อเย็น	29	29	13	32.50
มื้อก่อนนอน	37	37	17	42.50
อื่น ๆ (ทุกมื้อ)	1	1	4	10
รูปแบบในการรับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
เครื่องดื่มร้อน	72	72	36	90
เครื่องดื่มเย็น	25	25	6	15
ส่วนผสมในอาหารคาว	14	14	11	27.50
ส่วนผสมในอาหารหวาน	30	30	16	40
อื่น ๆ (ทุกรูปแบบ)	5	5	1	2.50
พิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
สีสัน	30	30	19	47.50
คุณค่าทางสารอาหาร	82	82	28	70
รสชาติ	71	71	23	57.50
ประโยชน์ต่อสุขภาพ	81	81	30	75
รูปร่าง	16	16	13	32.50
ขนาด	17	17	10	25
ราคา	49	49	17	42.50
บรรจุภัณฑ์	29	29	5	12.50
ยี่ห้อ	19	19	2	5
ปริมาณบรรจุ	16	16	8	20
สถานที่ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)				
ร้านสะดวกซื้อ	62	62	31	77.50
ซุปเปอร์มาร์เก็ต	66	66	16	40
ร้านค้าปลีก	18	18	19	47.50

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติ	กลุ่มบุคคลทั่วไป (N=100)		กลุ่มผู้สูงอายุ (N=40)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ห้างสรรพสินค้า	57	57	14	35
ร้านค้าออนไลน์	51	51	12	30
อื่น ๆ (ทุกสถานที่)	1	1	2	5
ความเหมาะสมของราคาในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์				
ต่ำกว่า 15 บาท	3	3	12	30
16 – 25 บาท	22	22	22	55
26 – 35 บาท	43	43	3	7.50
36 – 45 บาท	17	17	1	2.50
46 – 55 บาท	10	10	1	2.50
มากกว่า 56 บาท	5	5	1	2.50
รูปแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์				
ขวดพลาสติก	9	9	7	17.50
ขวดแก้ว	28	28	3	7.50
ถุงพลาสติกซิปล็อก	25	25	8	20
ถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ซิปล็อก	37	37	22	55
อื่น ๆ (โหลแก้ว)	1	1	-	-

4.4.5 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว โดยบรรจุในถุงเมทัลไลท์ซิปล็อก น้ำหนักบรรจุประมาณ 50 กรัม (หนึ่งหน่วยบริโภค) เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา แบคทีเรียอีโคไล แบคทีเรียคลอสติเดียม ซาลโมเนลลา และมีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประกอบกับตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w ความชื้น ค่า pH ค่าสี และค่าความหนืด เป็นต้น โดยตรวจสอบคุณภาพทุกด้าน ทุก ๆ 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 เดือน มีผลในแต่ละด้านดังนี้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

4.4.5.1 คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว ตลอดระยะเวลาการ 2 เดือน พบว่า ในระหว่างสัปดาห์ที่ 0-9 สัปดาห์ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.0-7.6 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง ส่วนยีสต์น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง ราในระหว่างสัปดาห์ที่ 0-9 มีจำนวน 30 โคโลนีต่อกรัม แบคทีเรียอีโคไลน้อยกว่า 3 ต่อกรัมตัวอย่าง แบคทีเรียคลอสติเดียมน้อยกว่า 10 ต่อกรัมตัวอย่าง แบคทีเรียซาลโมเนลลาไม่พบใน 25 กรัมของตัวอย่าง จากการวิเคราะห์คุณภาพของจุลินทรีย์จะเห็นได้ว่าไม่เกินจากเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป มอก. 315-2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 2 เดือน เนื่องจากอาหารมีลักษณะแห้งมีความชื้นต่ำ ประกอบกับมีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยการบรรจุในถุงเมทัลไลท์ซิปล็อกที่ปิดสนิท ป้องกันไม่ให้สัมผัสกับอากาศภายหลังการบรรจุป้องกันความชื้น ทนทานความร้อนสูง

ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

คุณภาพทางจุลินทรีย์	เกณฑ์มาตรฐาน	ระยะเวลา (สัปดาห์)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
จุลินทรีย์ทั้งหมด	ไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อกรัม	5.4×10^2	7.6×10^2	5.4×10^2	9.5×10^2	3.0×10^2	4.5×10^2	5.5×10^2	6.8×10^2	7.2×10^2	7.4×10^2
ยีสต์	ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
รา	ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
แบคทีเรียอีโคไล	น้อยกว่า 3 ต่อกรัมตัวอย่าง	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
แบคทีเรียคลอสติเดียม	ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
แบคทีเรียซาลโมเนลลา	ใน 25 กรัมของตัวอย่างต้องไม่พบ	Not	Not	Not	Not	Not	Not	Not	Not	Not	Not

หมายเหตุ เกณฑ์มาตรฐานอ้างอิงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2548)

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

4.4.5.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีการวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ก่อนทำการทดสอบทุกสัปดาห์ เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดสอบ โดยประเมินลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ(ความเนียน) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งมีผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ในระยะเวลา 0-9 สัปดาห์ ในอุณหภูมิห้อง โดยให้คะแนนการประเมิน 9 ระดับ คือ ระดับชอบมากที่สุด 9 และระดับน้อยที่สุด 1 มีผลดังนี้

จากการทดสอบในระยะเวลา 0-9 สัปดาห์ มีผลทางด้านลักษณะปรากฏ (ความเนียน) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.03-7.20 อยู่ระดับความชอบปานกลาง ด้านสีมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.90-7.06 อยู่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ด้านกลิ่นคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.86-7.16 อยู่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ด้านรสชาติคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.80-7.14 อยู่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ด้านเนื้อสัมผัสคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.03-7.27 อยู่ระดับความชอบปานกลาง และความชอบโดยรวม คะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.50-7.67 อยู่ระดับความชอบปานกลาง เมื่อทดสอบความแตกต่างพบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 05$) ดังนั้นมีการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่มีการเก็บรักษาภายใน 2 เดือน เนื่องจากอาหารมีลักษณะแห้งเป็นผง มีลักษณะทางกายภาพและจุลินทรีย์ที่เหมาะสมตามมาตรฐาน ประกอบมีบรรจุภัณฑ์ที่ยังคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ จึงส่งผลให้มีการยอมรับทางประสาทสัมผัส

4.4.5.3 คุณภาพทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์ทางกายภาพในระยะเวลา 0-9 สัปดาห์ พบว่า ค่าสีด้านความสว่าง (L*) มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 82.22-88.94 ค่าสีแดง (a*) มีค่าอยู่ในช่วง 0.11-0.28 ค่าสีเหลือง (b*) มีค่าอยู่ในช่วง 14.10-15.43 ส่วนค่าความเข้มสี (Chroma) อยู่ในช่วง 14.10-15.43 แสดงถึงตัวอย่างมีสีไม่เข้ม และค่าความอิ่มตัวของสี (Hue angle) อยู่ในช่วง 88.88-89.58 ให้สีส้มแดงถึงเหลือง ซึ่งผลิตภัณฑ์ยังคงลักษณะเป็นผงสีขาวนวลออกเหลืองเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บ ประกอบกับค่า a_w มีค่าระหว่าง 0.28-0.37 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ค่าความชื้น มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 3.18-3.74 ส่วนค่า pH มีค่าระหว่าง 6.54-6.70 และค่าเปอร์ออกไซด์ มีค่าอยู่ในช่วง 9.90-10.01 มิลลิสมมูล/กิโลกรัม โดยอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกิน 10 มิลลิสมมูล/กิโลกรัม ซึ่งผลของทุกด้านมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq .05$) ซึ่งผลในทุกด้านส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน และยังคงสภาพทางกายภาพที่สอดคล้องตามเกณฑ์คุณภาพกำหนด

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

ปัจจัยคุณภาพ	ระยะเวลา (สัปดาห์)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ลักษณะปรากฏ^{ns} (ความเนียน)	7.10± 0.71	7.20± 0.84	7.03± 0.81	7.10± 0.80	7.15± 0.77	7.03± 0.81	7.10± 0.80	7.10± 0.71	7.20± 0.84	7.20± 0.85
สี^{ns}	7.06± 0.91	6.90± 0.99	6.93± 1.01	6.9±1 .06	6.98± 0.94	6.93± 1.01	6.90± 1.06	7.06± 0.90	6.90± 0.99	6.90± 0.95
กลิ่น^{ns}	7.16± 0.94	6.86± 0.86	7.00± 1.08	7.13± 0.82	7.01± 0.91	7.00± 1.08	7.13± 0.81	7.16± 0.94	6.86± 0.86	6.87± 0.87
รสชาติ^{ns}	7.10± 0.99	7.13± 0.93	6.96± 0.88	6.80± 0.92	7.11± 0.95	6.96± 0.88	6.80± 0.92	7.10± 0.99	7.14± 0.93	7.13± 0.94
เนื้อสัมผัส^{ns}	7.26± 1.04	7.26± 1.20	7.16± 1.20	7.03± 1.18	7.26± 1.17	7.16± 1.20	7.03± 1.18	7.26± 1.04	7.26± 1.20	7.27± 1.22
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.60± 0.72	7.66± 0.80	7.50± 1.00	7.53± 0.86	7.63± 0.75	7.50± 1.01	7.53± 0.86	7.60± 0.72	7.66± 0.80	7.67± 0.83

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq 0.05$)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 34 ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

ปัจจัยคุณภาพ	ระยะเวลา (สัปดาห์)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่าสี L	82.55± 0.13^{bc}	88.94± 0.45^{a}	82.22± 0.90^{cd}	82.35± 0.51^{cd}	82.28± 0.18^{cd}	82.92± 0.94^{b}	81.98± 0.54^{d}	82.70± 0.15^{bc}	82.67± 0.08^{bc}	82.38± 0.19^{cd}
a*	0.17± 0.01^{cd}	0.13± 0.36^{bc}	0.11± 0.01^{d}	0.15± 0.01^{cd}	0.13± 0.01^{cd}	0.15± 0.03^{cd}	0.27± 0.06^{a}	0.20± 0.01^{b}	0.28± 0.02^{a}	0.24± 0.01^{a}
b*	15.06 ±0.01^{b}	15.43 ±0.09^{a}	14.98 ±0.10^{b}	15.06 ±0.30^{b}	15.23± 0.16^{ab}	14.28± 0.16^{cd}	14.55± 0.40^{c}	14.10± 0.16^{d}	14.35± 0.12^{cd}	14.33± 0.11^{cd}
Chroma	15.06 ±0.01^{c}	15.43 ±0.10^{a}	14.98 ±0.10^{d}	15.06 ±0.30^{c}	15.23 ±0.16^{b}	14.28 ±0.16^{h}	14.55 ±0.40^{e}	14.10 ±0.16^{i}	14.35 ±0.12^{f}	14.33 ±0.11^{g}
Hue angle	89.35 ±0.04^{e}	89.52 ±0.07^{b}	89.58 ±0.04^{a}	89.43 ±0.03^{c}	89.51 ±0.03^{b}	89.40 ±0.11^{d}	88.94 ±0.21^{h}	89.19 ±0.03^{f}	88.88 ±-0.07^{j}	89.04 ±0.03^{g}
ค่า a_w	0.37± 0.01^{a}	0.31± 0.03^{d}	0.34± 0.02^{b}	0.30± 0.04^{e}	0.28± 0.01^{g}	0.32± 0.02^{c}	0.34± 0.03^{b}	0.29± 0.01^{f}	0.32± 0.02^{c}	0.30± 0.02^{d}
ค่าความชื้น	3.31± 0.36^{b}	3.18± 0.14^{b}	3.56± 0.08^{ab}	3.42± 0.11^{ab}	3.40± 0.14^{ab}	3.53± 0.44^{ab}	3.29± 0.03^{b}	3.52± 0.18^{ab}	3.74± 0.28^{a}	3.47± 0.22^{ab}
ค่า pH	6.69± 0.02^{a}	6.67± 0.03^{a}	6.58± 0.01^{b}	6.70± 0.02^{a}	6.70± 0.02^{a}	6.54± 0.01^{c}	6.57± 0.02^{b}c	6.56± 0.01^{bc}	6.55± 0.01^{c}	6.57± 0.01^{bc}
ค่าเปอร์ออกไซด์ (P.V.)	9.91± 0.01^{b}	9.93± 0.03^{b}	9.90± 0.05^{b}	9.98± 0.01^{a}	9.90± 0.01^{b}	9.99± 0.01^{a}	9.99± 0.01^{a}	9.98± 0.01^{a}	10.00 ±0.02^{a}	10.01 ±0.02^{a}

หมายเหตุ ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง (ดำ = 0 , ขาว = 100), a* หมายถึง สีแดงหรือสีเขียว (+ สีแดง, - สีเขียว), b* หมายถึง สีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (+ สีเหลือง, - สีน้ำเงิน)

$^{a-d}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq .05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \geq .05$)

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

4.5 ถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวจากผลการวิจัยสู่ชุมชน

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวของกลุ่มบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้สูงอายุ

การสอบถามความพึงพอใจในการอบรม ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินแบบสอบถามเครื่องมือวิจัย โดยประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าทุกข้อคำถามมีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งแสดงว่าแบบสอบถามความพึงพอใจที่ใช้กับผู้เข้าอบรมได้ผ่านการตรวจสอบแล้วว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย นอกจากนั้นได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.81 ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี

จากการถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ของกลุ่มบุคคลทั่วไป ดังตารางที่ 35 พบว่า ด้านกระบวนการให้บริการ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 3.80-4.47 ของด้านความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ เอกสารประกอบ กิจกรรมและระยะเวลาในการอบรม มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม 4.25±0.58 อยู่ในระดับมาก ส่วนด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 3.70-4.27 ให้ความพึงพอใจวิทยากรที่ให้การอบรมด้านการบรรยายและการอบรมเชิงปฏิบัติ ประกอบกับวิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยรวม 3.98±0.46 อยู่ในระดับมาก โดยในด้านสิ่งอำนวยความสะดวก มีคะแนนอยู่ระหว่าง 3.73-4.00 ซึ่งให้ความสะดวกในด้านสถานที่ใช้ในการอบรม รวมทั้งความเหมาะสมของวัสดุ อุปกรณ์ในการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ยรวม 3.87±1.01 อยู่ในระดับมาก และให้ความพึงพอใจด้านคุณภาพบริการ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.33-4.37 ซึ่งผู้เข้าอบรมได้รับความรู้และมีการตอบสนองตรงตามความต้องการจากการอบรม มีคะแนนเฉลี่ยรวม 4.35±0.69 อยู่ในระดับมาก โดยความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมมีคะแนนเฉลี่ยรวม 4.14±0.66 อยู่ในระดับมาก

จากการถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ของกลุ่มผู้สูงอายุ ดังตารางที่ 35 พบว่า ด้านกระบวนการให้บริการ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.20-4.53 ของด้านความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ เอกสารประกอบ กิจกรรมและระยะเวลาในการอบรม มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม 4.33±0.67 อยู่ในระดับมาก ส่วนด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ มีคะแนน 4.50 ให้ความพึงพอใจวิทยากรที่ให้การอบรมด้านการบรรยายและการอบรมเชิงปฏิบัติ ประกอบกับวิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยรวม 4.50±0.57 อยู่ในระดับมาก โดยในด้านสิ่งอำนวยความสะดวก มีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.27-4.43 ซึ่งให้ความสะดวกในด้านสถานที่ใช้ในการอบรม รวมทั้งความเหมาะสมของวัสดุ อุปกรณ์ในการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ยรวม 4.35±0.66 อยู่ในระดับมาก และให้ความพึงพอใจด้านคุณภาพบริการ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.37-4.43 ซึ่งผู้เข้าอบรมได้รับความรู้และมีการตอบสนองตรงตามความต้องการ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

จากการอบรม มีคะแนนเฉลี่ยรวม 4.40±0.70 อยู่ในระดับมาก โดยความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมมีคะแนนเฉลี่ยรวม 4.38±0.65 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการอบรมเชิงปฏิบัติการในการถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงฯ ของกลุ่มบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้สูงอายุ

ข้อคำถามแสดงความคิดเห็น	กลุ่มบุคคลทั่วไป			กลุ่มผู้สูงอายุ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
1.ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ						
1.1 ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระในการอบรมโดยภาพรวม	4.40	0.62	มาก	4.53	0.63	มากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการอบรมโดยรวม	3.80	0.48	มาก	4.27	0.58	มาก
1.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมการอบรม	4.47	0.57	มาก	4.30	0.65	มาก
1.4 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกอบรม	4.33	0.66	มาก	4.20	0.81	มาก
รวม	4.25	0.58	มาก	4.33	0.67	มาก
2. ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ						
2.1 วิทยากรที่ให้การอบรมในด้านการบรรยายและการอบรมเชิงปฏิบัติการ	4.27	0.45	มาก	4.50	0.57	มาก
2.2 ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	3.70	0.47	มาก	4.50	0.57	มาก
รวม	3.98	0.46	มาก	4.50	0.57	มาก
3. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก						
3.1 สถานที่ที่ใช้ในการอบรม	3.73	0.83	มาก	4.27	0.69	มาก
3.2 ความเหมาะสมของวัสดุ-อุปกรณ์	4.00	0.83	มาก	4.43	0.63	มาก
รวม	3.87	1.01	มาก	4.35	0.66	มาก

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางที่ 35 (ต่อ)

ข้อคำถามแสดงความคิดเห็น	กลุ่มบุคคลทั่วไป			กลุ่มผู้สูงอายุ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ
4. ด้านคุณภาพการบริการ						
4.1 ความรู้ในการเข้ารับการอบรม	4.37	0.67	มาก	4.43	0.68	มาก
4.2 การอบรมตอบสนองตรงความต้องการของผู้เข้ารับการอบรม	4.33	0.71	มาก	4.37	0.72	มาก
รวม	4.35	0.69	มาก	4.40	0.70	มาก
เฉลี่ยรวม	4.14	0.66	มาก	4.38	0.65	มาก

หมายเหตุ เกณฑ์ให้คะแนนค่าเฉลี่ย 5.00-4.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมากที่สุด
4.49-3.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมาก
3.49-2.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง
2.49-1.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย
1.49-1.10 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

4.5.2 ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังอบรมเชิงปฏิบัติการจากการถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวของกลุ่มบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้สูงอายุ

มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว ให้กับชุมชนตำบลมะเริง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ประสานงานผ่านองค์การบริหารส่วนตำลบลมะเริง โดยอบรมเชิงปฏิบัติการสองกลุ่มคือ กลุ่มบุคคลทั่วไป (20 - 60 ปีขึ้นไป) และกลุ่มผู้สูงอายุ (60 – 80 ปีขึ้นไป) กลุ่มละ 30 คน รวมทั้งสิ้น 60 คน ซึ่งวัดความรู้ของการอบรมจากแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องแบบทดสอบรายข้อกับวัตถุประสงค์ พบว่า แบบทดสอบทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.5 แสดงว่าสามารถนำมาใช้เป็นแบบทดสอบได้ จากนั้นหาคุณภาพแบบทดสอบความรู้นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) โดยคัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามมาตรฐานไว้จำนวน 20 ข้อ จากทั้งหมด 25 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.40-0.80

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.50 โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธี KR-20 ของคูเดอร์-ริชาดสัน (Kuder-Richardson) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การอบรมมีค่าเท่ากับ 0.81 ซึ่งมากกว่า 0.60 จะเห็นได้ว่าคุณภาพแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรม (ตารางที่ 36) พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมกลุ่มบุคคลทั่วไปจัดทำแบบทดสอบก่อนอบรม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.73 และค่าเฉลี่ยหลังการอบรมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.30 โดยค่าคะแนนสอบหลังการอบรมสูงกว่าคะแนนสอบก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และผู้เข้าร่วมอบรมกลุ่มผู้สูงอายุ จัดทำแบบทดสอบก่อนอบรม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 และค่าเฉลี่ยหลังการอบรมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.80 โดยค่าคะแนนสอบหลังการอบรมสูงกว่าคะแนนสอบก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ตารางที่ 36) จะเห็นได้ว่า หลังจากที่ผู้เข้ารับการอบรมได้เข้ารับการถ่ายทอดเกี่ยวกับการทำผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวแล้วกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 36 ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ

กลุ่มอบรม	การทดสอบ	จำนวนผู้ทดสอบ (N)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	df	t	Sig1 tailed
กลุ่มบุคคลทั่วไป	ก่อนอบรม	30	7.73	1.31	29	23.26*	0.00
	หลังอบรม	30	14.30	1.66			
กลุ่มผู้สูงอายุ	ก่อนอบรม	30	6.90	0.92	29	29.19*	0.00
	หลังอบรม	30	13.80	1.54			

หมายเหตุ * P≤0.05

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวที่เป็นพืชในท้องถิ่น มาทำการวิเคราะห์พอลิแซคคาร์ไรด์ ได้แก่ มิวซิเลจ แพคติน และกัม จากนั้นนำเนื้อมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวสกัดน้ำเมือกด้วยน้ำร้อน แล้วนำน้ำเมือกที่ได้มาทำแห้งด้วยเทคนิคเอ็นแคปซูเลชั่นในรูปแบบโฟมเมท จะได้เป็นผงเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว นำมาวิเคราะห์ผล ได้แก่ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบกายภาพ จากนั้นนำมาศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว นำผลิตภัณฑ์วิเคราะห์ผล ได้แก่ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งได้ทำการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว จากผลการวิจัยสู่ชุมชน โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการศึกษาปริมาณมิวซิเลจ เพคติน กัม ในเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

นำผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว มาวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์ ได้แก่ มิวซิเลจ (mucilage) เพคติน (pectin) และกัม (Gum) พบว่า ผลมะตาดมีปริมาณเพคตินมากที่สุดร้อยละ 14.30 รองลงมาคือ กัมและมิวซิเลจ ร้อยละ 3.80-1.59 ตามลำดับ ส่วนผลกระเจี๊ยบเขียวมีปริมาณกัมมากที่สุดร้อยละ 7.20 รองลงมาคือ เพคตินและมิวซิเลจ ร้อยละ 3.50-0.99 ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางกายภาพพบว่า ค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 46.98-82.30 ส่วนค่าสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 1.35-16.02 และค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 6.67-24.44 โดยมีค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ของผลมะตาดมากกว่าผลกระเจี๊ยบเขียว จึงสอดคล้องกับลักษณะที่ได้ผลมะตาดมีสีออกน้ำตาลแดง ส่วนกระเจี๊ยบเขียวมีสีออกเขียวอมเทา

5.1.2 ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและทำแห้งเมือกจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท

ผลการทำแห้งเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิคโฟมเมท พบว่าการทำแห้งด้วยรูปแบบโฟมเมท มีเนื้อผลมะตาดและเนื้อผลกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:7 ทำให้มีความข้นของเมือกที่เหมาะสม เมื่อนำมาตีผสมกับสารให้เกิดโฟม ด้วยโปรตีนไข่ขาวและมอลโทแดร็กติน ในอัตราส่วน 1.5:15 สามารถเกิดโฟมได้ดี มีความหนาแน่นของโฟมและมีความคงตัวในปริมาตรที่มาก และค่า overrun ที่มากกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ จึงเป็นอัตราส่วน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ที่เหมาะสมต่อการเกิดโฟมและการทำแห้งที่ดี เมื่อนำมาทดสอบทางกายภาพพบว่า ผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 81.93-86.15 ส่วนค่าสีเขียว (-a*) อยู่ในช่วง -0.36 - -2.29 และค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 7.38-13.05 ซึ่งทั้งผงเมือกมะตาดและผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวมีค่าความสว่างใกล้เคียงกัน ค่าสีเขียวผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวมากกว่าผงเมือกมะตาด และค่าสีเหลืองผงเมือกกระเจี๊ยบเขียวมากกว่าผงเมือกมะตาด ส่วนค่า a_w อยู่ในช่วง 0.11-0.18 และค่าความชื้นอยู่ในช่วง 4.73-5.71 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมีปริมาณน้ำอิสระน้อย

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากเมือกและผงเมือกของผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวมีการทดสอบด้วยวิธี DPPH พบว่า ในน้ำเมือกมะตาดและน้ำเมือกกระเจี๊ยบเขียวที่ผ่านการสกัดให้มีความเหมาะสมต่อการทำแห้งแบบโฟมเมท อัตราส่วน 1:7 มีค่า EC_{50} ของน้ำเมือกสกัดในช่วง 0.37-0.49 mg/ml ส่วนผงจากเมือกมะตาดและผงจากเมือกกระเจี๊ยบเขียว มีค่า EC50 ของน้ำเมือกสกัดในช่วง 0.006-0.013 mg/ml จากผลวิเคราะห์เมือกมะตาดและผงจากเมือกมะตาดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าเมือกและผงกระเจี๊ยบเขียว

5.1.3 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการวิจัยครั้งนี้ใช้สูตรทางการค้าคือ ซุปข้าวโพด จำนวน 3 ผลิตภัณฑ์ มีการทดสอบและคัดเลือกจากสูตรทางการค้าของซุปข้าวโพด ซึ่งสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้ทดสอบคือ สูตร A จากนั้นมีการเทียบปริมาณและส่วนผสมจากสูตรทางการค้า ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้คือ ข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลือง ครีมเทียม มะตาดผง กระเจี๊ยบเขียวผง และน้ำตาลทรายขาว จากนั้นทำการทดสอบการเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวในซุปข้นเพื่อสุขภาพ สามารถเสริมได้ร้อยละ 7 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ประกอบกับมีการปรับปริมาณน้ำนมถั่วเหลืองผงต่อครีมเทียม เพื่อลดกลิ่นและรสชาติของน้ำนมถั่วเหลืองมีมากเกินไป จากการทดสอบสามารถปรับลดได้ในอัตราส่วนร้อยละ 40:60 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

5.1.4 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตามและผลกระเจี๊ยบเขียว มีปริมาณบรรจุต่อซองน้ำหนัก 50 กรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ซึ่งบรรจุภายในถุงอลูมิเนียมฟอร์ยซิปล็อค โดยผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ให้พลังงานทั้งหมด 210 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 35 กิโลแคลอรี) โดยไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร โซเดียม เหล็ก แคลเซียม ร้อยละ 6, 13, 4, 2, 4 และ 6 ตามลำดับ จากนั้นนำมาทดสอบตามมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน (IDDSI) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทดสอบในอุณหภูมิ 2 ระดับคือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาต่างกัน 3 ช่วงเวลา มีระดับการไหลอยู่ในช่วง 3.95-7.55 มิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ของเหลือคงค้างต้องอยู่ในปริมาณ 4-8 มิลลิลิตร จัดอยู่ในมาตรฐานระดับ 2 ความหนืดน้อย

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน เมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีการเปรียบเทียบระหว่างซุปข้นเพื่อสุขภาพจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวและซุปข้นทางการค้า พบว่า การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์ มีค่า EC50 อยู่ในช่วง 8.18-23.38 mg/ml ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วมีปริมาณฤทธิ์ต้านมากกว่าสูตรทางการค้า ส่วนผลของการวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาเมื่อเทียบกับสูตรทางการค้า มีปริมาณมิลซิเลจมากที่สุด ร้อยละ 56.30 เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.50 ส่วนแพ็คตินร้อยละ 23 ลดลง 4.10 และกัมร้อยละ 4.10 ลดลง 3.90 เนื่องจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ข้าวกล้อง และน้ำนมถั่วเหลืองผง เป็นต้น

ส่วนผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า การทดสอบมีกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่มคือ กลุ่มบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้สูงอายุ โดยกลุ่มบุคคลทั่วไป ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นส่วนมาก มีอาชีพส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ผู้มีรายได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,001 - 10,000 บาท ส่วนกลุ่มผู้สูงอายุ ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีการศึกษาระดับต่ำกว่ามัธยมเป็นส่วนใหญ่ มีอาชีพส่วนมากเป็นแม่บ้าน เป็นผู้มีรายได้น้อยกว่า 5,000 บาท เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสมีการยอมรับในผลิตภัณฑ์ พบว่า ทั้งสองกลุ่มบุคคลให้คะแนนการยอมรับอยู่ในระดับมาก หากมีการจำหน่ายส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ โดยผลการทดสอบผู้บริโภคในด้านพฤติกรรมที่มีต่อผลิตภัณฑ์พบว่า ส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าผลิตภัณฑ์เหมาะกับผู้สูงอายุผู้ใหญ่ และเด็กมากที่สุด ส่วนช่วงเวลาที่เหมาะสมในการรับประทานคือ มื้อเช้า มื้อเย็น และมื้อก่อนนอน ประกอบกับมีรูปแบบในการรับประทานเป็นเครื่องดื่มร้อนหมาะสมที่สุด ประกอบกับการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคพิจารณาจากประโยชน์ต่อสุขภาพ คุณค่าทางสารอาหาร รสชาติ ตามลำดับ อีกทั้งสถานที่ในการเลือกซื้อหากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์คือ ร้านสะดวก ซุปเปอร์มาร์เก็ต ตามลำดับ และผลการทดสอบผู้บริโภคในด้านทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์พบว่า ทั้งสองกลุ่มอายุส่วนใหญ่เห็นว่าควรจำหน่ายในราคา 16-35 บาท และบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ซิปล็อก

เมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ซิปล็อก ตรวจสอบคุณภาพทุกด้านทุก ๆ 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์รา แบคทีเรียอีโคไล แบคทีเรียคลอสติเดียม และแบคทีเรียซาลโมเนลลา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2548) โดยทุกสัปดาห์จะทดสอบควบคู่กับคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลการทดสอบพบว่า ในระยะเวลา 0-9 สัปดาห์ ประเมินลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ (ความเนียน) สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq .05$) ประกอบกับมีการทดสอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ค่าสี ด้านความสว่าง (L*) มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 82.22-88.94

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ค่าสีแดง (a*) มีค่าอยู่ในช่วง 0.11-0.28 ค่าสีเหลือง (b*) มีค่าอยู่ในช่วง 14.10-15.43 ค่า a_w มีค่าระหว่าง 0.28-0.37 ค่าความชื้น มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 3.18-3.74 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนค่า pH มีค่าระหว่าง 6.54-6.70 และค่าเปอร์ออกไซด์มีค่าอยู่ในช่วง 9.90-10.01 มิลลิสมมูล/กิโลกรัม ซึ่งผลในทุกด้านส่วนใหญ่ใกล้เคียงกัน และยังคงสภาพทางกายภาพที่สอดคล้องตามเกณฑ์คุณภาพกำหนด

5.1.5 ถ่ายทอดนวัตกรรมอาหารผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวจากผลการวิจัยสู่ชุมชน

ผลการทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรม พบว่า ผู้เข้าอบรมกลุ่มบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้สูงอายุ ค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังการอบรมสูงกว่าคะแนนสอบก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้เข้ารับการถ่ายทอดเกี่ยวกับการทำผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น และผลการทดสอบความพึงพอใจในการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจในการอบรมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 และ 4.35

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

พืชที่ให้เมือกลื่นจัดเป็นกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ ที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่หลากหลายเป็นไฟเบอร์ละลายน้ำได้ และร่างกายไม่สามารถย่อยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดคาร์โบไฮเดรตที่มีสายโพลีเมอร์ที่มีความยาว (ประจงเวท สาตมาลี, 2560) ซึ่งจัดเป็นโพลีแซคคาไรด์อยู่ในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากพืช ได้แก่ มิวซิเลจ เพคติน กัม เป็นต้น โดยเป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวชนิดเดียวหรือหลายชนิดเป็นโมเลกุลที่ชอบน้ำ ซึ่งสามารถรวมตัวกับน้ำได้สารละลายที่มีความข้นหนืดหรือเกิดเจล เพิ่มเนื้อ ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เป็นสารช่วยในการยึดเกาะของเม็ดยา สารช่วยการแตกกระจายตัว สารอิมัลซิไฟเออร์ สารช่วยแขวนตะกอน สารเพิ่มความหนืด ช่วยด้านการควบคุมและการปลดปล่อยยา ในอุตสาหกรรมอาหาร มีเป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัว สาร ช่วยเพิ่มความหนืด และสารช่วยทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์อาหาร ลดระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยในการควบคุมน้ำหนัก และลดความผิดปกติที่เกิดในระบบทางเดินอาหาร (ปิยนุสร์ น้อยด้วง, 2555) โดยลักษณะพืชที่มีเมือกลื่นพบได้จากผนังของเซลล์ หรือเป็นแหล่งที่เก็บอาหาร เมื่อเกิดกระจายตัวในน้ำจะได้สารแขวนลอยที่มีลักษณะลื่น (Jania, Shahb, Prajapati, and Jain, 2009) ซึ่งจากการวิจัยจากผลมะตาดพบเพคตินร้อยละ 14.30 มากที่สุด ส่วนผลกระเจี๊ยบเขียวพบกัม ร้อยละ 7.20 โดยใช้เนื้อต่อน้ำ 1:7 ด้วยการสกัดจากการต้ม 90 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที มีความสอดคล้องกับการสกัดเมือกในพุทราสุกของ Thanatcha and Pranee (2011) ใช้เนื้อพุทธาต่อน้ำในอัตราส่วน 1:7 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และตกตะกอนสารละลายเมือกด้วยเอทานอลในอัตราส่วน 1:3

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD-VRU

หมุนเหวี่ยงแยกสารเมือกพบว่ามีแซนแทนกัมมากกว่ากัวร์กัม ร้อยละที่ผลิตได้ 11.37 ซึ่งการวิจัยของ Shankar, Shilpa, Pratiksha, Tanhaji, Shubhangi and Pooja (2019) ใช้วิธีการสกัด Soxhlet extraction การแยกเมือกชนิดมิวซิเลจ นำมาทำให้แห้งด้วยการอบลมร้อน 35-45 องศาเซลเซียส บดเป็นผง เมื่อคืนตัวยังคงความหนืดอยู่ ส่วนการสกัดเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียว โดยใช้กรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 98 (กรดต่อกระเจี๊ยบ 12:1) ที่เวลา 60 นาที ร้อยละที่ผลิตได้ 9.93 เป็นต้น

การทำแห้งด้วยเทคนิคโฟมเมท เป็นกระบวนการที่ทำให้อาหารเหลวหรืออาหารที่มีลักษณะขนเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว เพิ่มพื้นที่ผิวให้การระเหยของน้ำ ทำแหงดวยลมรอนภายใตความดันบรรยากาศ มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบที่มีความหนืดหรือเหนียว สามารถลดเวลาในการทำแห้งของอาหารได้ อุณหภูมิไม่สูง การสูญเสียสารอาหารลดลง ช่วยให้สารสกัดหรือสารออกฤทธิ์มีความเสถียร คงทนอยู่ได้นาน (วราภรณ์ ประเสริฐ, 2556) จากการทดสอบการทำแห้งด้วยเทคนิคโฟมเมทของเมือกจากผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว พบว่า การสกัดสารเมือก นำเนื้อผลมะตาดและเนื้อผลกระเจี๊ยบเขียวต่อน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:7 ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ทำให้มีความข้นของเมือกที่เหมาะสม เมื่อนำมาตีผสมกับสารให้เกิดโฟมด้วยโปรตีนไข่ขาว และมอลโทแดร็กติน ในอัตราส่วน 1.5:15 สามารถเกิดโฟมได้ดี มีความหนาแน่นของโฟม มีความคงตัว และค่า overrun ในปริมาตรที่เหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของพรเพชร ใจชื่น และวิสุทธนา สมุทรศรี (2557) ที่สกัดสารเมือกในผัก 4 ชนิด ได้แก่ กระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง ผักกูด โดย สามารถทำได้ด้วยวิธีการใช้น้ำต่อพืช 1:1 ให้ความร้อนที่อุณภูมิ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งการเกิดโฟมด้วยการวิจัยของ Thuwapanichayanan, Prachayawarakorn and Soponronnarit (2008) กล่าวว่า การผลิตกล้วยทอดกรอบ (banana chip) โดยใช้โปรตีนไข่ขาวเป็นสารทำให้เกิดโฟม มีความหนาแน่นของโฟมที่ 0.3, 0.5 และ 0.7 g/cm^2 อบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าโครงสร้างประกอบด้วยรูพรุนของโฟมจะมีความหนาแน่นต่ำส่งผลต่ออัตราการทำแหงมีการหดตัวสูง มีผลต่อค่าความแข็งและค่าความกรอบที่ต่ำเช่นเดียวกัน โดยสภาวะที่เหมาะสมของโฟมกล้วยคือ ความหนาแน่นของโฟมที่ 0.5 g/cm^2 อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับ Mounir (2018) กล่าวว่า โปรตีนในไข่ขาว (อัลบูมิน) ทำให้เกิดโฟมฟองมีฟิล์มหุ้มของเหลวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30-40 μm เมื่อนำไปผสมกับแซนแทนกัมร้อยละ 0.125 โฟมมีความเสถียรชะลอการยุบตัวของโฟม ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิว ลดเวลาการทำแห้ง (Djaeni, Prasetyaningrum, Sasongko, Widayat, and Hii, 2013) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาวิณี แสนทวีสุข (2557) น้ำมะขามป้อมผงกึ่งสำเร็จรูปโดยการทำแห้งแบบโฟม-แมท สามารถใช้สารละลายโปรตีนไข่ขาว (Egg albumin) ความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ทำให้เกิดความคงตัวของโฟมได้ดีที่สุด เมื่อทำผงแห้งมีความสามารถในการละลายร้อยละ 79.20 โดยน้ำหนักแห้ง ใช้เวลาการละลาย 36 วินาที มีปริมาณวิตามินซี 413 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และเมื่อนำวิเคราะห์คุณสมบัติ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD-VRU

ต้านอนุมูลอิสระจะเห็นว่า ในเนื้อของผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH พบว่า เมือกมะตาดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีค่า EC_{50} เมือกมะตาด 0.37 mg/ml มากกว่ากระเจี๊ยบเขียว เมื่อทำแห้งในรูปแบบโฟมผงจากเมือกมะตาดมีค่า EC_{50} เท่ากับ 0.006 mg/ml มากกว่ากระเจี๊ยบเขียว เป็นต้น ดังรายงานการวิจัยการสกัดเมือกจากผลมะตาดของ Hemanta and Lila (2014) กล่าวว่า นำส่วนกลีบเลี้ยง สีเขียวผ่านการกระจายตัวในน้ำอัตราส่วนร้อยละ 3 (w/v) เพื่อให้ได้ส่วนเหลวนำมาสกัดเมือกตกตะกอนด้วยอะซิโตน เพื่อผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่เหมาะสม ใช้ควบคุมขนาดไมโครสเฟียร์ เพื่อสารเมือกในการกักเก็บและเป็นตัวปลดปล่อยสารในตัวยา ซึ่งในการสกัดเมือกจากผลมะตาดโดยให้ความร้อนกับน้ำที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส พบเพคตินและสารต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานผลของ Hemanta and Lila (2014) ซึ่งเนื้อผลและเปลือกมะตาดสด วิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH พบว่า ในเปลือกสด 0.017 mg/ml และเนื้อสด 0.019 mg/ml ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับ สิตา ทิศาดลดิลก และเอื้อมพร รัตนสิงห์ (2562) พบสารสกัดจากเนื้อผลมะตาดแห้ง 0.004 mg/ml มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าเนื้อมะตาดแบบสด โดยรายงานการวิจัยของ Meeprathom, Jongrattanavit and Kooprasertying (2018) มีการวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH ใช้ตัวทำละลายเอทานอลสกัดผลมะตาดแก่พบว่า มีค่าเท่ากับ 4.98 mg TE/g DW สอดคล้องกับรายงานของ Shipra, Vineeta, Anita, Neha, Vageshwari and Pandey (2018) พบว่า การใช้กรดแอสคอร์บิกในเปลือกต้นมะตาดสกัดหยาบ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด เท่ากับ 6.04 µg/ml

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว เป็นการนำส่วนผสมที่มีประโยชน์และเพื่อสุขภาพมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่วนผสมของซุปข้นผง ได้แก่ ข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลืองผง ครีมเทียม เมือกมะตาดผงและเมือกกระเจี๊ยบเขียวผง โดยข้าวกล้องเป็นส่วนผสมหลัก ข้าวกล้องมีองค์ประกอบคือ กรดไฟติก วิตามินอี และวิตามินซี ในการบำบัดโรคที่เกี่ยวกับสมองส่วนกลาง สามารถลดการเกิดโรคหลอดเลือดแข็งตัว ลดระดับคอเลสเตอรอล ลดระดับน้ำตาลในเลือด ประกอบกับมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แคลอรี่ต่ำ เส้นใยสูง ไม่มีไขมันทรานส์หรือคอเลสเตอรอล ปราศจากกลูเตน (สุนทรี เพ็ชรดี วันเพ็ญ เหล่าศรีไพบูลย์ และนงพงา จรัสโสภณ, 2560) ประกอบอาหารได้หลายอย่าง ส่วนน้ำนมถั่วเหลืองผง มีไอโซฟลาโวนจากจมูกถั่วเหลือง ไอโซฟลาโวน ช่วยปรับสมดุลฮอร์โมนเอสโตรเจน ช่วยป้องกันและลดอัตราการสลายของมวลกระดูก ทำให้กระดูกแข็งแรง ซึ่งในน้ำนมถั่วเหลืองผงหนึ่งหน่วยบริโภค 15 กรัม มีคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ พลังงาน 70 กิโลแคลอรี่ ไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร 3.5, 6, 4 และ 2 กรัม เหล็ก และแคลเซียม ร้อยละ 8 และ 6 ตามลำดับ (ดอยคำ, 2565) จากที่กล่าวมาส่วนผสมมีผลต่อคุณค่าทางสารอาหารของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ต่อ 1 หน่วยบริโภค ให้พลังงานทั้งหมด 210 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 35 กิโลแคลอรี) โดยโปรตีน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

4 กรัม และ ไขมันทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร โซเดียม เหล็ก แคลเซียม ร้อยละ 6, 13, 4, 2, 4 และ 6 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากวัตถุดิบที่ลักษณะผลิตภัณฑ์คือ มีสีขาวนวล มีความละเอียดเนียน เป็นผงแห้ง กลิ่นหอมข้าวและนมถั่วเหลือง มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ความข้นที่พอเหมาะจากผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งทางอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่ใช้วัตถุเจือปนอาหาร ประเภทสารสังเคราะห์เพื่อให้ความเหนียวซึ่งทำให้อาหารมีความข้นหนืด ได้แก่ สารให้ความเหนียว (thickener) เช่น กลุ่มฟอสเฟต (Phosphates) กลุ่มแซนแทนกัม (xanthan gum) แพคทิน (pectins) และกัวร์กัม (Guar Gum) ซึ่งสูตรทางการค้าที่นำมาเป็นสูตรพื้นฐานใช้สารให้ความเหนียว (INS415) จัดอยู่ในกลุ่มแซนแทนกัม (xanthan gum) ทำหน้าที่ เป็นสารทำให้มีความเหนียว อิมัลซิไฟเออร์ และเป็นสารทำให้คงตัว (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2556) จะเห็นได้ว่าเมือกจากพืชท้องถิ่นที่สกัดจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ได้จากวัตถุดิบที่เป็นธรรมชาติ มีส่วนประกอบเป็นโพลีแซคคาไรด์ ได้แก่ มิวซิเลจ เพคติน กัม ซึ่งจัดเป็นใยอาหารละลายน้ำได้ สามารถรวมตัวกับน้ำ สมบัติในการลดน้ำตาลและคอเลสเตอรอลในกระแสเลือด ซึ่งสามารถดูดซับไขมันบางส่วนจากอาหารในลำไส้ก่อนที่จะถูกดูดซึม ช่วยให้เพิ่มปริมาณในกระเพาะอาหารให้อิ่มเร็ว และช่วยทำให้อุจจาระนุ่ม ทำให้ลำไส้ย่อยและดูดซึมอาหารช้าลง (อุษาพร ภูคัสมาส, 2564) และเมื่อนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป สามารถเสริมผงจากเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวได้ร้อยละ 7 ซึ่งจะมีความหนืดที่เพิ่มขึ้นในแต่ละดับ เนื่องจากเมือกกระเจี๊ยบเขียวและมะตาดจัดเป็นพอลิแซกคาไรด์ ซึ่งมีพอลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นจึงส่งผลให้ค่าความหนืดสูงขึ้น อีกทั้งส่วนผสมประกอบด้วยพอลิแซกคาไรด์ (Nakamura, Furuta, Kato, Maeda, and Nagamatsu, 2003) ที่มีประจุล้อมรอบทำให้เกิดแรงผลัก ที่เรียกว่า แรงผลักทางไฟฟ้าสถิต (electrostatic repulsion) (มานพ สุพรรณธริกา, 2560) ทำให้ส่วนผสมสามารถกระจายตัวได้ดี ไม่แยกชั้น (อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์ และธนะบูลย์ สัจจาอนันตกุล, 2555) หากอยู่ในภาวะค่า pH สูงในสภาพเป็นกลางจะทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงมีความข้นหนืดและให้ความคงตัว ไม่แยกชั้น รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถใช้ทดแทนสารสังเคราะห์ได้ สอดคล้องกับประจงเวท สาตมาลี (2560) ประกอบกับมีข้าวกล้องเป็นส่วนผสมหลัก มีองค์ประกอบของอะไมโลสสูง เมื่อได้รับความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยาเจลาติไนเซชั่นหรือเกิดการสุกของแป้ง ในขณะเดียวกันเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัว ทำให้อะไมโลสภายในเม็ดแป้งแตกออกเกิดความหนืดขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลงเกิดการจัดเรียงโครงสร้างใหม่ของโมเลกุลอะไมโลสที่ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นอีก เรียกว่าการคืนตัวหรือการเกิดรีโทรเกรเดชั่น (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2550) แต่เมื่อมีการเติมน้ำตาลลงในสตาร์ชข้าวจะลดการพองตัวเมื่อได้รับความร้อน ทำให้อุณหภูมิในการเกิดเจลลาติไนเซชั่นสูงขึ้น (ณัฐดนัย หาญการสุจริต ธันยบูรณ์ อรัญนารถ และสงวนศรี เจริญเหรียญ, 2552)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ซึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป เหมาะกับผลิตภัณฑ์แห้งรอการคืนรูป เช่น ซุปครีมข้นผง อาหารแช่เยือกแข็ง เป็นต้น ดังเช่นการบริโภคกระเจี๊ยบเขียวของชาวกานา ประเทศแอฟริกา นิยมนำส่วนผลกระเจี๊ยบไปประกอบอาหารในรูปแบบของซุป และสตูว์ เนื่องจากเมื่อใส่ในอาหารจะให้ความข้นหนืดที่ได้จากแพคตินเป็นองค์ประกอบ (Jacob, Fidelis, Ben, Ibok, Vincent, Delight, Juliana, and Beatrice, 2020) อีกทั้งเหมาะกับผลิตภัณฑ์สำหรับผู้สูงอายุ เช่น อาหารสายยาง เครื่องดื่ม อาหารพร้อมรับประทาน มีความข้นหนืดและเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม ความสะดวกในการรับประทาน ป้องกันการสำลักอาหาร

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการศึกษาสารที่ทำให้เกิดโฟมชนิดอื่น ๆ เพื่อทำให้เกิดโฟมที่มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมในการทำแห้งต่อไป

5.3.2 ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

5.3.3 ควรศึกษาด้านสารสำคัญประเภทอื่นของผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560). **สถานการณ์การปลูกและผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว พ.ศ. 2559.** สืบค้นจาก http://production.doae.go.th

กระทรวงสาธารณสุข. (2541). **สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182).** สืบค้นจาก http://www.fda.moph.go.th/sites/food/Permission/4.4.2-ThaiRDI.pdf

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). **เทคโนโลยีของแป้ง.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กลุ่มกำหนดมาตรฐาน. (2556). **แนวทางการใช้วัตถุเจือปนอาหารและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง.** กลุ่มงานวิเคราะห์ อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ: สำนักอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

กองโภชนาการ. (2544). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของาอาหารไทย.** กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ. (2560). การสกัดและวิธีวัดความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพร. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ,** 3(1), 86-94.

คณะกรรมการ IDDSI. (2562). **มาตรฐานอาหารสำหรับผู้ป่วยกลืนลำบาก คำอธิบาย (THAI IDDSI Testing Methods).** สืบค้นจาก https://iddsi.org/IDDSI

งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน. (2563). **มะตาด.** สืบค้นจาก http://158.108.70.5/botanic/5ma/Dellenia.html

ชนิดา หันสวาสดิ์. (2551). **เคมีของแป้งและแป้งดัดแปร.** พิษณุโลก: สำนักพิมพ์คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชมัยพร แรงกลาง และปราณี อ่านเปรื่อง. (2552). การสกัดมิวซิเลจและสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจผงจากพุทราพันธุ์สามรส (Ziziphus mauritiana lam.). **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,** 40(1) (พิเศษ), 19-22.

ชุติกาญจน์ อิ่นแก้ว ธเนศ แก้วกำเนิด ชนันท์ภัสร์ ราษฎร์นิยม และกรผกา อรรคนิตย์. (2558). **ผลของอัตราส่วนของเนื้ออินทผลัมต่อน้ำและสารก่อให้เกิดโฟมต่อคุณภาพการเกิดโฟมสำหรับการทำแห้งแบบโฟมแมท.** รายงานการประชุมวิชาการ ประจำปี 2558. เชียงใหม่: ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ชุติมา อนุเทศ วิไล สนธิเพิ่มพูน ธีรพร กงบังเกิด และพันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี. (2553). สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ด้วยการทำแห้งแบบโฟมแมท. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,** 20(3), 524-533.

ไชยภร เก็บเงิน. (2562). **การพัฒนาเครื่องดื่มผงชงพร้อมดื่มจากน้ำซาวข้าวไรซ์เบอรี่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ณวรา เปลี่ยนบุญเลิศ. (2561). **ไข่ขาวโฟมโปรตีนชั้นยอดที่ช่วยสร้างความพิเศษในอาหาร.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด.

ณัฐดนัย หาญการสุจริต ธันยบูรณ์ อรัญนารถ และสงวนศรี เจริญเหรียญ. (2552). ผลของน้ำตาลซูโครสต่อการเกิดเจลาติไนเซชั่น การพองตัวและลักษณะของเม็ดสตาร์ชข้าวเมื่อได้รับความร้อน. **วารสารอาหาร,** 9(2), 175-180.

ดอยคำ. (2565). **นมถั่วเหลืองผง.** สืบค้นจาก www.doikham.co.th/product.

ดารามาศ แก้วแดง. (2548). คุณรู้จัก Prebiotics แล้วหรือยัง. **วารสารอาหาร,** 35(2), 96-102.

ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์ ณัฐกานต์ พรนิคม และณชล นัทยาย. (2561). คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเพคตินจากกระเจี๊ยบเขียว. **วารสารแก่นเกษตร,** 46(1) (พิเศษ), 1418-1423.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ ศิริพร ขำเลิศ และสุจิตรา บุญพิมพ์. (2556). การศึกษาสมบัติของสารให้ความคงตัวและสารอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์ครีมเทียมจากข้าวและการนำไปใช้ประโยชน์ในอาหาร. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม,** 8(1), 21-34.

ธานุวัฒน์ ลาภตันศุภผล ปฏิมา ทองขวัญ และศิริลักษณ์ สรงพรมทิพย์. (2556). การสกัดเพคตินจากเปลือกผักและผลไม้. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 44(2) (พิเศษ),** 433-436.

ธีรศักดิ์ อุ่นอารมย์เลิศ. (2549). **เครื่องมือวิจัยทางการศึกษา: การสร้างและการพัฒนา.** นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2557). **เคมีอาหาร (Food Chemistry).** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ประจงเวท สาตมาลี. (2560). การเลือกใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในอุตสาหกรรมอาหาร. **วารสารอาหาร,** 47(4), 29-34.

ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์. (2553). โภชนการของข้าวและนวัตกรรมการใช้ประโยชน์. **วารสารคลินิกอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,** 4(1), 32-40.

ปิยนุสร์ น้อยด้วง. (2555). กัมและมิวซิเลจจากพืช. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม,** 7(1), 1-10.

ปิยนุสร์ น้อยด้วง และวชิรพันธ์ จันทร์พงษ์. (2549). การใช้มิวซิเลจแห้งจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศครีมกล้วยหอม. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม,** 2(1), 18-27.

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ปิยะภัทร เดชพระธรรม. (2556). ปัญหาการกลืนในผู้สูงอายุ (Dysphagia in Elderly). **เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร,** 23(3), 73-80.

เปรมฤทัย หอมเกสร. (2554). **ศึกษาอาหารท้องถิ่นปทุมธานี แกงส้มมะตาด.** ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ผานิตดา อัจฉริยนนท์ ปรานี ปิ่นเงิน รัตนา เฉลิมกลิ่น และพัฒนพงศ์ จินดามงคล. (2549). **การศึกษาประโยชน์ของไม้พื้นบ้านเกาะเกร็ด: มะตาด.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

พรพล รมย์นุกูล. (2542). **การถนอมอาหาร.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พรเพชร ใจชื่น และวิสุทธนา สมุทรศรี. (2557). อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดสารเมือกจากกระเจี๊ยบเขียว เห็ดหูหนูดำ ผักปลัง และผักกูด. ใน **การประชุมวิชาการการพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2557,** วันที่ 11-13 มิถุนายน 2557 ปทุมธานี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2562). **การทำแห้ง.** สืบค้นจาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0277/dehydration

พืชเกษตร. (2559). **กระเจี๊ยบเขียว สรรพคุณ และการปลูกกระเจี๊ยบเขียว**. สืบค้นจาก https://puechkaset.com/กระเจี๊ยบเขียว

ภิรมย์วรุณ. (2563). **มะตาด**. สืบค้นจาก http://piromwaroon.blogspot.com/2013/01/blog-post_4251.html

มญชุภา กลิ่นสุคนธ์ พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. (2552). การสกัดและองค์ประกอบทางเคมีของกัมจากเมล็ดสำรอง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,** 40(3) (พิเศษ), 333-336.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2554). **การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2558). **มอก.315/2548 โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป.** ม.ป.ท.: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

มานพ สุพรรณธริกา. (2560). **วิทยากระแส: การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รจนพรรณ บพิตรสุวรรณ และธนกร โรจนกร. (2560). **ผลของมอลโทเดกซ์ตรินต่อลักษณะทางกายภาพบางประการของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวผงแห้ง.** ใน การประชุมวิชาการเสนอ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ, วันที่ 10 มีนาคม 2560 ขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รวีโรจน์ อนันตธนาชัย และคณะ. (2551). **รายงานการวิจัย การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารกับภาวะการมีอายุยืนของผู้สูงอายุไทย.** กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). **พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525.** กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

ราตรี นันทสุคนธ์. (2555). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: จุดทอง.

วรางคณา สมพงษ์ ภาสกร ธีระศิลป์วีสกุล และคณิน ศรีสาลีสกุลรัตน์. (2559). การสกัดกัมเมล็ดมะขาม (Tamarindus indica L.) ด้วยไมโครเวฟและการใช้ในผลิตภัณฑ์แยมสตรอว์เบอร์รี. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 24(2), 288-298.

วราภรณ์ ประเสริฐ. (2556). เทคนิคการทำแห้งแบบโฟมแมท. **วารสารวิชาการฝ่ายกระบวนการผลิตและแปรรูปสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร,** 43(3), 24-25.

วรุณี เชาวน์สุขุม. (2562). ทุนวัฒนธรรมด้านอาหารมอญ จังหวัดปทุมธานี เพื่อพัฒนาสู่เศรษฐกิจสร้างสรรค์. **วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์,** 14(1), 216-232.

วศินา จันทร์ศิริ. (2549). **พลิกตำนานอาหารพื้นบ้านไทย-รามัญ.** กรุงเทพฯ: สุพีเรียพริ้นติ้งเฮาส์.

วิสิฐ จะวะสิต. (2555). ครีมเทียม. **หมอชาวบ้าน,** 163.

สรศักดิ์ งามสง่า ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และอรพิน เกิดชูชีพ. (2558). ผลของสารก่อโฟมต่อคุณลักษณะของกล้วยหอมอบแห้งแบบโฟมแมท. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,** 46(3) (พิเศษ), 429-432.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2556). **แนวทางการใช้วัตถุเจือปนอาหารและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง.** สืบค้นจาก http://food.fda.moph.go.th/data/news/2558/sum_newser/TrainingFA2011/1.Rule_of_use_FoodAdd54.pdf

สำนักงานเทศบาลตำบลสามโคก. (2561). **ประวัติความเป็นมาอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี.** สืบค้นจาก http://3khok.go.th/public/texteditor/data/index/menu/237

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). **โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป มอก.315-2548.** สืบค้นจาก http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS315-2548.pdf

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2559). **กระเจี๊ยบเขียว คุณค่ากับภูมิปัญญาไทย.** สืบค้นจาก www.research.rae.mju.ac.th/raebase/index.php/knowledge/blog2/vegetable-menu/118-green

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

สิตา ทิศาดลดิลก และเอื้อมพร รัตนสิงห์. (2562). ฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่นและปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากมะตาด. **วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์,** 14(3), 104-116.

สุทธินี สีสังข์. (2552). **การสกัดสารพรีไบโอติกส์จากพืชเกษตร.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุธิดา อัครชนียากร ศิริกุล นิธิธนาธร และสิริกร ลิขิตวนิชกุล. (2564). ผลของวิธีการเตรียมถั่วเหลืองต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วเหลือง และผลของอุณหภูมิอบแห้งและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินต่อคุณภาพของนมถั่วเหลืองผงด้วยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. **วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์,** 20(1), 137-153.

สุนทรี เพ็ชรดี วันเพ็ญ เหล่าศรีไพบูลย์ และนงพงา จรัสโสภณ. (2560). **ผลของข้าวกล้องงอกในการป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาวิณี แสนทวีสุข. (2557). น้ำมะขามป้อมผงกึ่งสำเร็จรูปโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. ใน **รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร,** กรุงเทพฯ.

สุรีย์ แถวเที่ยง. (2552). **เครื่องดื่มน้ำนมถั่วเหลืองผสมน้ำแครอท.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

หมอชาวบ้าน. (2541). **กระเจี๊ยบเขียวแดง แห่งรสชาติและคุณค่า.** สืบค้นจาก www.morchoban.com

หยาดฝน ทนงการกิจ. (2557). การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งเพื่อผลิตเป็นใยอาหารผง. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม,** 9(1), 31-38.

อกนิษฐ์ พิศาลวัชรินทร์ และธนะบูลย์ สัจจาอนันตกุล. (2555). การใช้ประโยชน์จากพอลิแซกคาไรด์จากกระเจี๊ยบเขียวเป็นสารให้ความคงตัวในเครื่องดื่มนมปรับกรด. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติเพื่อการพัฒนาด้านวิจัยอย่างยั่งยืน,** วันที่ 25-26 ธันวาคม กรุงเทพฯ.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (2563). **มะตาด.** สืบค้นจาก http://www.qsbg.org/database/botanic_book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=834

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. (2544). **หลักการประกอบอาหาร.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรทัย บุญทะวงค์. (2547). **กรรมวิธีการผลิตและลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะเกี๋ยง (Cleistocalyx nervosum var. paniala) ผงชงละลายที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและวิธีอบแห้งแบบโฟมแมท.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

อุษาพร ภูคัสมาส. (2564). ใยอาหาร: ภาวะโภชนาการในแต่ละช่วงวัย. **วารสารอาหาร,** 51(2), 40-45.

A.O.A.C. (1995). **Official Methods of Analysis.** Arlington, Virginia: Association of Official Analytical Chemists International.

Bordoloi, B. J., Kalita, B., and Shil, D. (2019). Properties, Pharmaceutical Application and Various Technique of Chemical Modification in Native Starch: a descriptive review. **International Journal of Current Pharmaceutical Research,** 11(4), 54-59.

Djaeni, M., Prasetyaningrum, A., Sasongko, S., Widayat, W., and Hii, C. (2013). Application of foam-mat drying with egg white for carrageenan: Drying rate and product quality aspects. **Journal of Food Science and Technology,** 3, 1-6.

Fukumoto, L. R., and Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and pro-oxidant activity of phenolic compounds. **J Agr. Food Chem,** 48, 3597-3604.

Hemanta, K. S., and Lila, K. N. (2014). Study of the Effect of Dillenia indica Fruit Mucilage on the Properties of Metformin Hydrochloride Loaded Spray Dried Microspheres. **J. Hindawi Publishing Corporation International Scholarly Research Notices,** 2014, 1-6.

Jacob, K. A., Fidelis, M. K., Ben, K. B. B., Ibok, N. O., Vincent, A.-I., Delight, N. D., Juliana, A., and Beatrice, O. (2020). Survey and evaluation of okra pectin extracted at different maturity stages. **J. Cogent Food & Agriculture,** 6(1), 1-13.

Jania, G. K., Shahb, D. P., Prajapati, V. D., and Jain, V. C. (2009). Gums and mucilages: versatile excipients for pharmaceutical formulations. A**sian Journal of Pharmaceutical Sciences,** 4(5), 309-323.

Meeprathom, N. N., Jongrattanavit, K., and Kooprasertying, P. (2018). Proximate Compositions, Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity and Antibacterial Activity of Chulta (Dillenia indica Linn.) Fruits: Effects of Maturity Stage and Extraction Solvent. **Journal of Food Health and Bioenvironmental Science,** 11(1), 57-78.

Mounir, S. (2018). **Drying Technologies For Foods: Fundamentals And Applications: Part III.** Edition: Part 3 Chapter: 8. New Delhi: NIPA.

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

Mujumdar, A. S., and Sirikalaya, S. (2000). **Developements in drying: food ehydration.** Bangkok: Kesetsart University.

Nakamura, A., Furuta, H., Kato, M., Maeda, H., and Nagamatsu, Y. (2003). Effect of soybean soluble polysaccharides on the stability of milk protein under acidic conditions. **J. Food Hydrocolloids,** 17(3), 333-343.

Pandey, S., Singh, V., Rao, A., Tiwari, N., Vageshwari, and Pandey, V. N. (2018). Antioxidant activity of stem bark of Elephant Apple in different solvents. **Journal of Drug Delivery and Therapeutics,** 8(6), 311-313.

Shankar, M. D., Shilpa, S. K., Pratiksha, P. D., Tanhaji, R. D., Shubhangi, H. D., and Pooja, V. B. (2019). Extraction, Characterization and Evaluation of Okara Mucilage. **Journal of Drug Delivery & Therapeutics,** 9(3), 325-328.

Sharma, H. K., Lahkar, S., and Nath, L. K. (2013). Extraction, Characterisation And Compatibility Study Of Polysaccharides From Dillenia indica And Abelmoschus esculentus With Metformin Hydrochloride For Development Of Drug Delivery System. **International Journal of Pharm Tech Research,** 5(1), 275-283.

Shipra, P., Vineeta, S., Anita, R., Neha, T., Vageshwari, and Pandey, V. N. (2018). Antioxidant activity of stem bark of Elephant Apple in different solvents. **Journal of Drug Delivery & Therapeutics,** 8(6-s), 311-313.

Shome, U., Khanna, R. K., and Sharma, H. P. (1980). Pharmacognostic studies of Diilenia indica Linn. II- Fruit and seed. Proc. **Indian Acad,** 89(2), 91-104.

Thanatcha, R., and Pranee, A. (2011). Extraction and characterization of mucilage in Ziziphus mauritiana Lam. **International Food Research Journal,** 18, 201-212.

Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., and Soponronnarit, S. (2008). Drying characteristics and quality of banana foam mat. **Journal of Food Engineering,** 86(4), 573-583.

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ภาคผนวก

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

GRAD VRU

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

ชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	ตำแหน่ง
รองศาสตราจารย์ ดร.มนัญญา คำวชิระพิทักษ์	อาจารย์หลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ปุณณะตระกูล	อาจารย์หลักนวัตกรรมอาหารและเครื่องดื่ม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เบญจางค์ อัฉริยะโพธา	อาจารย์หลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สกุลตาล์ มานะกล้า	อาจารย์หลักสูตรนักกำหนดอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
อาจารย์ สุจาริณี สุวรรณะสังข์	อาจารย์หลักสูตรนักกำหนดอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ

การถ่ายทอดองค์ความรู้จากผลงานวิจัย
เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

โดย
นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์
นักศึกษาปริญญาเอก

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ความเป็นมาของงานวิจัย

ชาวมอญได้อพยพเข้ามาในประเทศไทย เข้ามาพึ่งพระบรมโพธิสมภารสมเด็จพระนารายณ์มหาราช พระองค์ได้โปรดเกล้าฯ ให้ไปตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ “บ้านสามโคก” จังหวัดปทุมธานี โดยกระจายตัวไปยังอำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี และอำเภอพระปะแดง จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งอำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานีเป็นชุมชนเก่าแก่มีชาวมอญอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก จัดเป็นถิ่นอาศัยดั้งเดิมประกอบกับยังคงมีวิถีชีวิตในรูปแบบของชาวมอญที่ได้สืบทอดจากบรรพบุรุษจนถึงปัจจุบัน อาหารเป็นวัฒนธรรมรูปแบบหนึ่งที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตที่แตกต่างจากชาวไทย ชาวมอญเป็นผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมอาหารพื้นบ้านโดยตรงและเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และเทคนิคต่าง ๆ อาหารมอญเป็นอาหารเฉพาะของชาวมอญ ซึ่งมีความหลากหลายทางวัตถุดิบ ในแต่ละบ้านจะมีลักษณะการประกอบอาหารที่แตกต่างกันไป (วศินา จันทรศิริ, 2549) ซึ่งยังคงการประกอบอาหารที่ใช้พืชผักสวนครัว ที่นิยมปลูกริมรั้วริมตลิ่งชายน้ำปลอดสารพิษ ทำให้วัตถุดิบหาได้ง่ายในท้องถิ่น พืชผักที่ชาวมอญนิยมกินมักมีลักษณะเฉพาะ เช่น ผักมีเมือกลื่น มีกลิ่นเฉพาะตัว เช่น มะตาด (ฮะเปร๊าว) กระเจี๊ยบเขียว (บอกระต๊าด) กระเจี๊ยบแดง (ฮะเจ๊บ) ผักกูด (ฮะตะวัน) ผักปลั่ง (อะเนิงลาง) ฯลฯ วศินา จันทรศิริ (2549) นำมาปรุงอาหารบางชนิดมีเอกลักษณ์เฉพาะกลุ่มชาวมอญ เช่น แกงหัวตาล แกงข้าวตัง แกงมะตาด แกงกระเจี๊ยบ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากประกอบไปด้วยพืชสมุนไพร มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งคุณสมบัติของเมือกในผักใช้สำหรับผสมอาหาร ให้ความหนืดของอาหาร ช่วยเพิ่มปริมาตรและรสสัมผัสที่ดีขึ้น มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยเคลือบกระเพาะอาหาร ทำให้อาหารผ่านลำไส้ได้สะดวกขึ้น ลดอาการท้องผูก ให้เส้นใยอาหารธรรมชาติ มีแคลเซียมและวิตามินสูง ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคเบาหวาน (หมอชาวบ้าน, 2541)

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญพืชท้องถิ่นที่มีความเป็นมาช้านาน และมีคุณประโยชน์มากมาย สามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากเมือกผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียว โดยนำผลมะตาดและผลกระเจี๊ยบเขียวมาสกัดเมือกเพื่อวิเคราะห์สารสำคัญฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และจัดทำแห้งเป็นผงเมือกในรูปแบบโฟมเมท ช่วยให้สารสกัดมีความคงทน เสถียรอยู่ได้นาน เป็นการทำให้อาหารเหลวหรืออาหารที่มีลักษณะข้น เกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว โดยอาศัยสารที่ช่วยให้เกิดโฟม คือ โปรตีนไข่ขาว เหมาะสมกับวัตถุดิบที่ไวต่อความร้อน มีความหนืดหรือเหนียว โดยนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งใช้วัตถุดิบที่มีสารอาหารย่อยง่ายจากข้าวกล้อง ถั่วเหลือง อีกทั้งเพิ่มใยอาหาร ทำให้อุจจาระนุ่ม ขับถ่ายง่าย กระตุ้นการขับถ่าย สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัยเพื่อสุขภาพ อีกทั้งซุปข้นเพื่อสุขภาพฯ ที่พัฒนามีมาตรฐานอาหาร ที่มีความข้นในระดับที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งเหมาะกับผู้มีภาวะกลืนลำบากทุกช่วงอายุ เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยมีปัญหาช่องปาก เป็นต้น ไม่ทำให้เกิดการสำลักเมื่อรับประทาน

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

วัตถุดิบในผลิตภัณฑ์ฯ

1. กระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียว ชื่อท้องถิ่น กระเจี๊ยบเขียว กระต้าด (แถบจังหวัดสมุทรสาคร, สมุทรปราการ), กระเจี๊ยบมอญ หรือมะเขือมอญ (ภาคกลาง) มะเขือมื่น (ภาคเหนือ), ถั่วเละ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) กระเจี๊ยบเขียวมีถิ่นกำเนิดจากประเทศซูดาน ในประเทศไทยปลูกได้ตลอดทั้งปี (องค์ความรู้ทางการเกษตร, 2559) พันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่นิยมปลูกจะเป็นพันธุ์ที่มีฝัก 5 เหลี่ยม สีฝักเขียวเข้ม มีเส้นใยน้อย ลำต้นเตี้ย ผิวฝักมีขนละเอียด ฝักดกให้ผลผลิตสูง ส่วนสาระสำคัญที่พบในกระเจี๊ยบเขียว ได้แก่ กัม (gum) เพคติน (pectin) และมิวซิเลจ (mucilage) โดยกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชที่มีเมือก มีคุณสมบัติช่วยเคลือบกระเพาะอาหาร ช่วยรักษาโรคกระเพาะอาหารและลำไส้ รักษาความดันให้เป็นปกติ เป็นยาบำรุงสมอง เป็นยาระบาย แก้โรคพยาธิตัวจี๊ด ในอินเดียใช้เป็นยาแก้บิด ไอ หวัด ขัดเบา หนองใน ในมาเลเซียใช้รากแช่น้ำรักษาโรคซิฟิลิส ดอก ใช้ตำพอกฝี เมล็ดกระเจี๊ยบเขียวใช้แทนเมล็ดกาแฟได้ (หมอชาวบ้าน, 2541)

2. มะตาด

มะตาด (Elephant apple) ชื่อไทยเรียกว่า มะตาด ชื่อเรียกอื่น เรียกว่า ล้านเปล้า ส้านป๊าว ส้านกระพลุ กะปรุ ส้านท่า ส้านใหญ่ ส้มปรุ มะส้าน แอปเปิ้ลมอญ แส้น มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่ในแถบภูมิภาคเอเชีย ได้แก่ ไทย อินเดีย ศรีลังกา ยูนาน พม่า คาบสมุทรมลายู ลาว เวียดนาม กัมพูชา ชวา และบอร์เนียว ประเทศไทยพบได้ทั่วไปในป่าดิบชื้น ป่าพรุ และริมแม่น้ำลำธาร (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2563) ผลมะตาดที่นำมาบริโภค คือ ส่วนที่เป็นกลีบเลี้ยง ใช้เพียงกลีบที่ถูกซ้อนอยู่ภายใน 2-3 กลีบเท่านั้น นิยมใช้มะตาดชนิดข้าวเหนียว เพราะได้เนื้อเหนียวนุ่มกว่ามะตาดข้าวเจ้า มะตาดเป็นไม้ที่ผลมียางเป็นเมือก คล้ายกระเจี๊ยบมอญ มีรสเปรี้ยวและฝาด ยิ่งแก่ยิ่งเปรี้ยวจัด ปลูกง่าย เจริญเติบโตเร็ว มะตาดเป็นผลไม้พื้นบ้านที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายโดยเฉพาะชุมชนชาวไทยเชื้อสายมอญ โดยนิยมปลูกแถบทุกครัวเรือน ส่วนใหญ่จะนำมาประกอบอาหารในครัวเรือน ใช้เป็นยารักษาโรค ช่วยเคลือบแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ ป้องกันโรคกระเพาะได้ ต้านการอักเสบ ช่วยในการขับถ่าย ท้องไม่ผูก และเป็นยาระบายอ่อนๆ มีฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระ

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ฟักกระเจี๊ยบเขียว

ผลมะตาด

ภาพภาคผนวกที่ ก.1 ภาพฟักกระเจี๊ยบเขียวและผลมะตาด (ภาพจากผู้วิจัย)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

3. ข้าวกล้องผง

ข้าวกล้องอุดมไปด้วยสารอาหารมีประโยชน์ เช่น คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญต่อร่างกาย วิตามินบี ซึ่งช่วยนำพลังงานจากอาหารมาใช้ในร่างกายและช่วยสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง รวมถึงไฟเบอร์ ซึ่งช่วยทำให้อิ่มท้อง กระตุ้นการทำงานของลำไส้ ส่งผลดีต่อระบบขับถ่าย และช่วยแก้ปัญหาท้องผูก

4. นมถั่วเหลืองผง

ทำจากเมล็ดถั่วเหลืองแท้บดทั้งเมล็ด มีไอโซฟลาโวนจากจมูกถั่วเหลือง ปราศจากไขมันอิ่มตัว อุดมไปด้วย เส้นใยอาหาร แคลเซียม วิตามินต่าง ๆ เหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะผู้สูงอายุ ช่วยปรับสมดุลฮอร์โมน “เอสโตรเจน” ช่วยป้องกันและลดอัตราการสลายตัวของมวลกระดูก ทำให้กระดูกแข็งแรง สามารถใช้ทดแทนครีมเทียม เหมาะสำหรับผู้ต้องการลดโคเลสเตอรอล

5. ครีมเทียม

เป็นผลิตภัณฑ์เลียนแบบครีมจากน้ำนมโคที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีราคาถูก สะดวกในการใช้ ละลายได้ง่ายไม่เป็นก้อน และเป็นของแห้งทำให้เก็บรักษาไว้ได้นาน ครีมเทียมมีส่วนประกอบคล้ายครีมจากน้ำนมโคคือ มีส่วนประกอบหลักเป็นไขมัน โปรตีน และน้ำตาล เป็นต้น

6. น้ำตาลทราย

เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปแบบผลึกที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวใส มีความสะอาดสูง ไม่มีกากน้ำตาล และมีความชื้นน้อยมาก เป็นน้ำตาลทรายขาวที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป นิยมใช้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร และในครัวเรือน

7. การทำแห้งรูปแบบโฟมเมท

เทคนิคการทำแห้งแบบโฟมเมท ทำจากอาหารที่มีลักษณะข้นเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว จากนั้นนำไปเกลี่ยบนถาด นำไปทำให้แห้งด้วยลมร้อน ฟองอากาศขนาดเล็กที่กระจายอยู่ทั่วจะไปเพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการระเหยของน้ำ ส่งผลให้สามารถทำแห้งในระยะสั้นโดยใช้อุณหภูมิในการทำแห้งไม่สูง อาหารที่มีโปรตีนหรือโมโนกลีเซอไรด์โดยธรรมชาติจะสามารถทำให้เกิดโฟมได้ แต่สำหรับอาหารที่ไม่มีโปรตีนจำเป็นต้องใช้สารช่วยให้เกิดโฟมและสารรักษาความคงตัวของโฟม ซึ่งที่นิยมใช้คือ กลีเซ

อรอลโมโนสเตียเรต (Glyceral monostearate; GMS) ซอยไอโซเลท (SP) โปรตีนไข่ขาว (Egg albumin)

กระบวนการทำแห้งแบบโฟมแมท (Foam-mat) มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบหลายชนิด โดยเฉพาะวัตถุดิบที่ไวต่อความร้อน มีความหนืดหรือเหนียว หรือมีปริมาณน้ำตาลสูง ซึ่งข้อดีของการทำโฟมแมท คือ การใช้ระยะเวลาที่สั้นลงและอุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก ทำให้การสูญเสียสารอาหารลดลง สามารถนำมาปรับใช้กับเครื่องมือและวิธีการทำแห้งอื่น ๆ เช่น การอบด้วยตู้อบลมร้อน การทำแห้งแบบถาด เป็นต้น (วราภรณ์ ประเสริฐ, 2556) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะใช้สารทำให้เกิดโฟมดังนี้

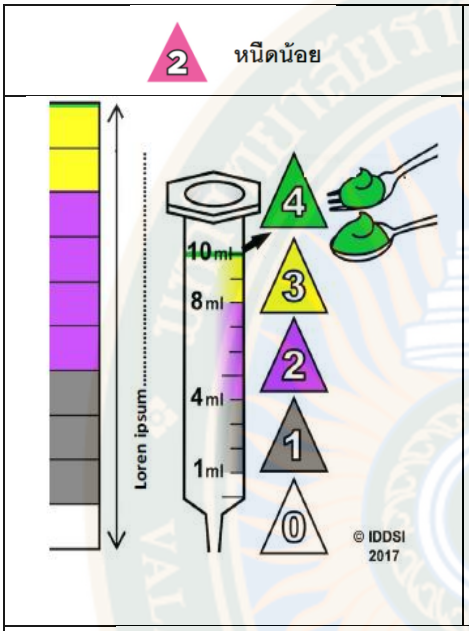
7.1 โปรตีนไข่ขาว (Egg albumin) ผลิตจากไข่ขาว โปรตีนสูง ช่วยให้เกิดฟองหรือโฟมในอาหารที่มีลักษณะเหลว มีความคงตัว ละลายตัวได้ง่ายไม่เป็นก้อนหรือตะกอน และสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร ส่วนใหญ่จะใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ อาหารสำเร็จรูป หรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร มีประโยชน์ทางร่างกาย เช่น ช่วยสร้างกล้ามเนื้อให้แข็งแรง ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างภูมิคุ้มกัน บำรุงผิวผมเล็บ เป็นต้น

7.2 มอลโทแดร็กติน (Maltodextrin) ซึ่งเป็นสารเติมแต่งในอาหาร ผลิตจากการย่อยแป้ง มีรสหวานเล็กน้อย ละลายน้ำได้ดี เพื่อสร้างเนื้ออาหารในการทำแห้ง มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ สามารถย่อยง่ายและดูดซึมได้ในรูปของน้ำตาลกลูโคส

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

8. มาตรฐานอาหารสำหรับผู้มีภาวะกลืน (IDDSI)

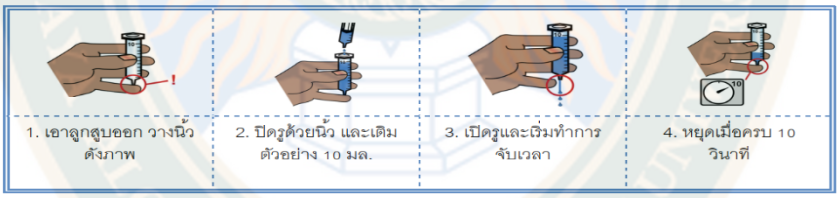


คุณลักษณะ

- ไหลออกจากช้อนได้
- จิบได้เทออกจากช้อนได้เร็วแต่ช้ากว่าของเหลวไม่หนืด
- ต้องออกแรงขึ้นเล็กน้อยในการดูดจากหลอดที่มีขนาดมาตรฐาน (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.209 นิ้ว)
- ของเหลวระดับนี้ หนืดน้อย มีอัตรที่ไหลช้ากว่าเล็กน้อยในของเหลวไม่หนืด
- เหมาะกับผู้ที่มีปัญหาการควบคุมการเคลื่อนไหวของลิ้น

การทดสอบการไหลมาตรฐาน (IDDSI)

ใส่ของเหลวในกระบอกฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ปล่อยของเหลวให้ไหลใน 10 วินาที จะมีของเหลวเหลือค้างประมาณ 4-8 มิลลิลิตร



ชุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ อยู่ในมาตรฐานระดับ 2 มีความข้นหนืดน้อย เมื่อทดสอบความข้นของอาหารคงเหลือของเหลวอยู่ที่ 4-6 มิลลิลิตร ประกอบกับมีลักษณะอาหารเป็นของเหลวข้น เป็นเนื้อเดียวกัน เนียนละเอียด ไม่มีเส้นใยหยาบ ไม่แยกชั้น สามารถดื่มจากแก้วหรือใช้ช้อนตักรับประทานได้ ลดความเสี่ยงต่อการสำลัก

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

เรื่อง ขอความกรุณาตอบแบบทดสอบความรู้

เรียน ผู้ตอบแบบทดสอบความรู้

ผู้วิจัยเป็นนักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ใคร่ขอความกรุณาในการทำแบบทดสอบความรู้ในการ “อบรมเชิงปฏิบัติการ การทำซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปให้ความข้นด้วยเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวผง” เพื่อใช้ประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์โดยแบบทดสอบความรู้ประกอบด้วยข้อคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจของผู้อบรม

แบบสอบถามนี้มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเพื่อรวบรวมข้อมูลความรู้ความเข้าใจของผู้อบรมเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์และนำเสนองานวิจัยในภาพรวมเท่านั้น ไม่มีผลต่อผู้ตอบแบบทดสอบ แต่อย่างใด ขอความกรุณาให้ผู้ทดสอบตอบแบบทดสอบความรู้ให้ครบถ้วนและสอดคล้องกับการอบรม

ขอขอบคุณที่ได้สละเวลาและให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์)

นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

“อบรมเชิงปฏิบัติการผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ
จากเมือกผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว”

<u>คำชี้แจง</u> จงเลือกตอบคำถามต่อไปนี้ โดยทำเครื่องหมายกากบาท (✕) บนข้อความตามความคิดเห็นของท่านเพียงคำตอบเดียว

1. ผักชนิดใดมีเมือกลื่นเมื่อนำไปทำให้สุกด้วยความร้อน
   - ก. แตงกวา
   - ข. ผักปรัง
   - ค. กระเจี๊ยบเขียว
   - ง. ถูกทั้ง ข้อ ข. และ ค.
2. ประโยชน์ของเมือกที่ได้จากพืชคืออะไร
   - ก. ช่วยให้กระเพาะอาหารไม่ระคายเคือง
   - ข. อาหารผ่านลำไส้ได้สะดวกขึ้น
   - ค. ช่วยในการขับถ่าย ท้องไม่ผูก
   - ง. ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดคือ ประโยชน์ในการประกอบอาหารของเมือกที่ได้จากพืช
   - ก. เป็นส่วนผสมทำให้อาหารข้นหนืด
   - ข. ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหาร
   - ค. เพิ่มปริมาตรให้กับอาหาร
   - ง. ถูกทุกข้อ
4. มะตาดและกระเจี๊ยบเขียว เป็นพืชที่ให้เมือกลื่นนิยมบริโภคในกลุ่มคนภูมิภาคใด
   - ก. ภาคเหนือ
   - ข. ภาคกลาง
   - ค. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
   - ง. ถูกทุกข้อ
5. ส่วนใดของผลมะตาด ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ
   - ก. เปลือก
   - ข. กลีบเลี้ยง
   - ค. เมล็ด
   - ง. ไม่มีข้อถูก

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

6. ส่วนใดของผลกระเจี๊ยบ ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ

ก. เปลือก ข. เมล็ด

ค. ใบ ง. ไม่มีข้อถูก

7. วิธีการที่ใช้สกัดเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ก. การลวก ข. การต้ม

ค. การเคี่ยว ง. การนึ่ง

8. ข้อใดคือ อัตราส่วนเนื้อมะตาดและเนื้อกระเจี๊ยบเขียวต่อปริมาณน้ำสะอาดที่เหมาะสมในการสกัดเมือก

ก. 1 : 3 ส่วน ข. 1 : 5 ส่วน

ค. 1 : 7 ส่วน ง. 1 : 9 ส่วน

9. อุณหภูมิที่เหมาะสมของการสกัดเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ก. 60 องศาเซลเซียส

ข. 90 องศาเซลเซียส

ค. 120 องศาเซลเซียส

ง. ถูกทุกข้อ

10. ข้อใดคือ ข้อดีของการทำแห้งด้วยเทคนิคแบบโฟมเมท

ก. ใช้ระยะเวลาที่สั้นลงและอุณหภูมิที่ไม่สูง

ข. การสูญเสียสารอาหารลดลง

ค. เหมาะกับอาหารเหลวมีความหนืดสูงหรือน้ำตาลสูง

ง. ถูกทุกข้อ

11. สารอะไรที่นำมาทำให้เกิดโฟมในผลิตภัณฑ์

ก. แอคอัลบูมิน (ไข่ขาว)

ข. ซอยไอโซเลต

ค. กลีเซอรอลโมโนสเตียเรท

ง. ถูกทุกข้อ

12. ข้อใดคือ ลักษณะการเกิดโฟมที่ดีในเมือกสกัดจากมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ก. โฟมละเอียด ตั้งยอดอ่อน

ข. โฟมละเอียด ตั้งยอดปานกลาง

ค. โฟมหยาบ ตั้งหยอดแข็ง

ง. โฟมหยาบ ฟองอากาศใหญ่ ไม่ตั้งยอด

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

13. วิธีการทำแห้งของผลิตภัณฑ์นี้คืออะไร

ก. ทำแห้งแบบถาด

ข. ทำแห้งแบบพ่นฝอย

ค. ทำแห้งแบบใช้แสงอาทิตย์

ง. ไม่มีข้อถูก

14. ข้อใดคือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งโฟมเมทเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ก. 60 องศาเซลเซียส ข. 90 องศาเซลเซียส

ค. 120 องศาเซลเซียส ง. ถูกทุกข้อ

15. ข้อใดคือ ลักษณะโฟมที่อบแห้งได้ที่แล้ว

ก. เนื้อโฟมละลายเป็นน้ำ เมื่ออบแห้งเหนียวติดถาด

ข. เนื้อโฟมยุบตัวลงจากเดิม เมื่ออบตรงกลางไม่แห้ง

ค. เนื้อโฟมมีความคงตัวไม่ยุบตัว เมื่อแห้งจะกรอบร่วนทั้งแผ่น

ง. ไม่มีข้อถูก

16. หากต้องการให้โฟมอบแห้งมีความละเอียดเป็นผง มีวิธีการทำอย่างไร

ก. ใช้มือขยี้ให้แตกละเอียด

ข. ใช้ครกโขลกบดละเอียด

ค. ใช้เครื่องปั่นแห้งบดละเอียด

ง. ถูกทุกข้อ

17. ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ มีอะไรเป็นส่วนผสม

ก. นมถั่วเหลือง ข. ข้าวกล้อง

ค. ผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ง. ถูกทุกข้อ

18. หากต้องการรับประทานผลิตภัณฑ์ ควรใช้น้ำลักษณะใดในการชงผสม

ก. น้ำเย็น ข. น้ำอุ่น

ค. น้ำร้อน ง. ไม่มีข้อถูก

19. สามารถรับประทานผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ในรูปแบบใดบ้าง

ก. เครื่องดื่มร้อน

ข. ผสมในอาหารคาว

ค. ดัดแปลงเป็นขนมหวาน เช่น พุดดิ้ง

ง. ถูกทุกข้อ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

20. ข้อใดคือ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ที่เหมาะสม

ก. เก็บในที่มีแสงแดดส่องถึง

ข. เก็บในภาชนะปิดสนิท

ค. เก็บในตู้เย็นแช่ช่องเย็น

ง. หากเปิดใช้แล้วมัดยางแช่เย็น

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

วันที่.....

เรื่อง ขอความกรุณาตอบแบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัยเป็นนักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ใคร่ขอความกรุณาในการตอบแบบสอบถามเรื่อง ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วม อบรมเชิงปฏิบัติการ การทำซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปให้ความข้นด้วยเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวผง เพื่อใช้ประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์โดยแบบสอบถามประกอบด้วยข้อคำถามเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้อบรม

แบบสอบถามนี้มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเพื่อรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นของผู้อบรมเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์และนำเสนองานวิจัยในภาพรวมเท่านั้น ไม่มีผลต่อผู้ตอบแบบสอบถามแต่อย่างใด ขอความกรุณาให้ผู้ทดสอบตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อและตอบตามความเป็นจริง

ขอขอบคุณที่ได้สละเวลาและให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้มา

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์)

นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม

"อบรมเชิงปฏิบัติการ การทำซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปให้ความข้นด้วยเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวผง"

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ.....ปี

ตอนที่ 2 คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามระดับความพึงพอใจที่ท่านได้รับจากการอบรมครั้งนี้

ลำดับ	รายการ	ระดับความพึงพอใจ (ร้อยละ)				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ						
1.	ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระในการอบรมโดยภาพรวม					
2.	ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการอบรมโดยรวม					
3.	ความเหมาะสมของกิจกรรมการอบรม					
4.	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกอบรม					
ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ						
5.	วิทยากรที่ให้การอบรมในด้านการบรรยายและการอบรมเชิงปฏิบัติการ					
6.	ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร					
ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก						
7.	สถานที่ที่ใช้ในการอบรม					
8.	ความเหมาะสมของวัสดุ-อุปกรณ์					
ด้านคุณภาพการบริการ						
9.	ความรู้ในการเข้ารับการอบรม					
10.	การอบรมตอบสนองตรงความต้องการของผู้เข้ารับการอบรม					

ข้อเสนอแนะ..... .....

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

แบบประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย (IOC)

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมิน

เรื่อง แบบทดสอบความรู้ของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ

"การทำซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปให้ความข้นด้วยเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวผง"

การวิจัยเรื่อง: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาด (*Dillenia indica Linn.*) และกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmo chusesculentus L. Moench*)

ชื่อผู้วิจัย : นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่านที่พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นข้อเลือกที่เหมาะสม หากมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมกรุณาเขียนลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ผักชนิดใดมีเมือกลื่นเมื่อนำไปทำให้สุกด้วยความร้อน ก. แตงกวา ข. ผักปรัง ค. กระเจี๊ยบเขียว ง. ถูกทั้ง ข้อ ข. และ ค.				
2. ประโยชน์ของเมือกที่ได้จากพืชคืออะไร ก. ช่วยให้กระเพาะอาหารไม่ระคายเคือง ข. อาหารผ่านลำไส้ได้สะดวกขึ้น ค. ช่วยในการขับถ่าย ท้องไม่ผูก ง. ถูกทุกข้อ				
3. ข้อใดคือ ประโยชน์ในการประกอบอาหารของเมือกที่ได้จากพืช ก. เป็นส่วนผสมทำให้อาหารข้นหนืด ข. ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหาร ค. เพิ่มปริมาตรให้กับอาหาร ง. ถูกทุกข้อ				

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
4. มะตาดและกระเจี๊ยบเขียว เป็นพืชที่ให้เมือกลื่นนิยมบริโภคในกลุ่มคนจังหวัดใด ก. จังหวัดนนทบุรี ข. จังหวัดสมุทรสงคราม ค. จังหวัดปทุมธานี ง. ถูกทุกข้อ				
5. มะตาดและกระเจี๊ยบเขียว เป็นพืชที่ให้เมือกลื่นนิยมบริโภคในกลุ่มคนภูมิภาคใด ก. ภาคเหนือ ข. ภาคกลาง ค. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ง. ถูกทุกข้อ				
6. ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ มีอะไรเป็นส่วนผสม ก. นมถั่วเหลือง ข. ผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ค. ข้าวกล้อง ง. ถูกทุกข้อ				
7. ส่วนใดของผลมะตาด ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ก. เปลือก ข. กลีบเลี้ยง ค. เมล็ด ง. ไม่มีข้อถูก				
8. ส่วนใดของผลกระเจี๊ยบ ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ก. เปลือก ข. เมล็ด ค. ใบ ง. ไม่มีข้อถูก				
9. ส่วนใดของกระเจี๊ยบเขียวให้ปริมาณเมือกมากที่สุด ก. เปลือก ข. เมล็ด ค. ใบ ง. ไม่มีข้อถูก				
10. วิธีการที่ใช้สกัดเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. การลวก ข. การต้ม ค. การเคี่ยว ง. การนึ่ง				
11. ข้อใดคือ อัตราส่วนเนื้อมะตาดและเนื้อกระเจี๊ยบเขียวต่อปริมาณน้ำสะอาดที่เหมาะสมในการสกัดเมือก ก. 1 : 3 ส่วน ข. 1 : 5 ส่วน ค. 1 : 7 ส่วน ง. 1 : 9 ส่วน				
12. อุณหภูมิที่เหมาะสมของการสกัดเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. 60 องศาเซลเซียส ข. 90 องศาเซลเซียส ค. 120 องศาเซลเซียส ง. ถูกทุกข้อ				

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
13. หากให้ความร้อนเกินระดับที่ต้องการมีผลอย่างไรต่อเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. มีกลิ่นเหม็นเขียว ข. น้ำเมือกเป็นสีเขียวตายนึ่ง ค. มีส่วนของเนื้อพืชกระจายอยู่ในน้ำเมือก ง. ถูกทุกข้อ				
14. ข้อใดคือ ข้อดีของการทำแห้งด้วยเทคนิคแบบโฟมเมท ก. ใช้ระยะเวลาที่สั้นลงและอุณหภูมิที่ไม่สูง ข. การสูญเสียสารอาหารลดลง ค. เหมาะกับอาหารเหลวมีความหนืดสูงหรือน้ำตาลสูง ง. ถูกทุกข้อ				
15. สารอะไรที่นำมาทำให้เกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ ก. แอคอัลบูมิน (ไข่ขาว) ข. ซอยไอโซเลต ค. กลีเซอรอลโมโนสเตียเรท ง. ถูกทุกข้อ				
16. ข้อใดคือ ลักษณะการเกิดโฟมที่ดีในเมือกสกัดจากมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. โฟมละเอียด ตั้งยอดอ่อน ข. โฟมละเอียด ตั้งยอดปานกลาง ค. โฟมหยาบ ตั้งหยอดแข็ง ง. โฟมหยาบ ฟองอากาศใหญ่ ไม่ตั้งยอด				
17. วิธีการทำแห้งของผลิตภัณฑ์นี้คืออะไร ก. ทำแห้งแบบถาด ข. ทำแห้งแบบพ่นฝอย ค. ทำแห้งแบบใช้แสงอาทิตย์ ง. ไม่มีข้อถูก				

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
18. ข้อใดคือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งโฟมเมทเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. 60 องศาเซลเซียส ข. 90 องศาเซลเซียส ค. 120 องศาเซลเซียส ง. ถูกทุกข้อ				
19. ข้อใดคือ ลักษณะโฟมอบแห้งที่ดี ก. เนื้อโฟมละลายเป็นน้ำ เมื่ออบแห้งเหนียวติดถาด ข. เนื้อโฟมยุบตัวลงจากเดิม เมื่ออบตรงกลางไม่แห้ง ค. เนื้อโฟมคงตัวไม่ยุบตัว เมื่อแห้งจะกรอบร่วน ง. ไม่มีข้อถูก				
20. หากต้องการให้โฟมอบแห้งมีความละเอียดเป็นผง มีวิธีการทำอย่างไร ก. ใช้มือขยี้ให้แตกละเอียด ข. ใช้ครกโขลกบดละเอียด ค. ใช้เครื่องปั่นแห้งบดละเอียด ง. ถูกทุกข้อ				
21. หากต้องการรับประทานผลิตภัณฑ์ ควรใช้น้ำลักษณะใดในการชงผสม ก. น้ำเย็น ข. น้ำอุ่น ค. น้ำร้อน ง. ไม่มีข้อถูก				
22. ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ รับประทานในรูปแบบใดบ้าง ก. เครื่องดื่มร้อน ข. ผสมในอาหารคาว ค. ดัดแปลงเป็นขนมหวาน ง. ถูกทุกข้อ				
23. ข้อใดคือ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ที่เหมาะสม ก. เก็บในที่มีแสงแดดส่องถึง ข. เก็บในภาชนะปิดสนิท ค. เก็บในตู้เย็นแช่ช่องเย็น ง. หากเปิดใช้แล้วมัดยางแช่เย็น				

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
24. ผลิตภัณฑ์ชุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวมีความข้นของอาหารอยู่ระดับใด หากเทียบจากมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน ก. ระดับ 0 เหลว ข. ระดับ 1 หนืดเล็กน้อย ค. ระดับ 2 หนืดน้อย ง. ระดับ 3 หนืดมาก				
25. มาตรฐานอาหารสำหรับการกลืนมีข้อดีอย่างไร ก. ช่วยลดการสำลักระหว่างการรับประทาน ข. ลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการรับประทาน ค. เหมาะสำหรับเด็กหรือผู้สูงอายุ ง. ไม่มีข้อถูก				

ลงชื่อ.....ผู้ทรงคุณวุฒิ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

แบบประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย (IOC)

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมิน

เรื่อง แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ

"การทำซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปให้ความข้นด้วยเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวผง"

การวิจัยเรื่อง: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาด (*Dillenia indica Linn.*) และกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmo chusesculentus L. Moench*)

ชื่อผู้วิจัย : นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่านที่พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นข้อเลือกที่เหมาะสม หากมีความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมกรุณาเขียนลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

รายละเอียดความพึงพอใจ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระในการอบรมโดยภาพรวม				
2. ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการอบรมโดยรวม				
3. ความเหมาะสมของกิจกรรมการอบรม				
4. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกอบรม				
5. วิทยากรที่ให้การอบรม				
6. ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร				
7. สถานที่ที่ใช้ในการอบรม				
8. ความเหมาะสมของวัสดุ-อุปกรณ์				
9. ความรู้ และประโยชน์ในการเข้ารับการอบรม				
10. การอบรมตอบสนองตรงความต้องการของผู้เข้ารับการอบรม				

ลงชื่อ.....ผู้ทรงคุณวุฒิ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ค่า IOC และค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์แบบทดสอบความรู้ ค่า IOC ค่าความเชื่อมั่น ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 วิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบความรู้ผู้เข้ารับการอบรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้เกี่ยวกับการมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 2. เพื่อให้เข้าใจต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว 3. เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน	1. ผักชนิดใดมีเมือกลื่นเมื่อนำไปทำให้สุกด้วยความร้อน ก. แตงกวา ข. ผักปรัง ค. กระเจี๊ยบเขียว ง. ถูกทั้ง ข้อ ข. และ ค.	1	1	1	1	1	5	1.00
	2. ประโยชน์ของเมือกที่ได้จากพืชคืออะไร ก. ช่วยให้กระเพาะอาหารไม่ระคายเคือง ข. อาหารผ่านลำไส้ได้สะดวกขึ้น ค. ช่วยในการขับถ่าย ท้องไม่ผูก ง. ถูกทุกข้อ	1	0	1	1	1	4	0.80
	3. ข้อใดคือ ประโยชน์ในการประกอบอาหารของเมือกที่ได้จากพืช ก. เป็นส่วนผสมทำให้อาหารข้นหนืด ข. ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหาร ค. เพิ่มปริมาตรให้กับอาหาร ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	5	1.00
	4. มะตาดและกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชที่ให้เมือกลื่นนิยมบริโภคในกลุ่มคนจังหวัดใด ก. จังหวัดนนทบุรี ข. จังหวัดสมุทรสงคราม ค. จังหวัดปทุมธานี ง. ถูกทุกข้อ	1	-1	0	1	1	2	0.40

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	5. มะตาดและกระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชที่ให้เมือกลื่นนิยมบริโภคในกลุ่มคนภูมิภาคใด ก. ภาคเหนือ ข. ภาคกลาง ค. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	5	1.00
	6. ผลิตภัณฑ์ชุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ มีอะไรเป็นส่วนผสม ก. นมถั่วเหลือง ข. ข้าวกล้อง ค. ผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ง. ถูกทุกข้อ	1	1	0	1	1	4	0.80
	7. ส่วนใดของผลมะตาดที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ชุปข้นกึ่งสำเร็จรูป ก. เปลือก ข. กลีบเลี้ยง ค. เมล็ด ง. ไม่มีข้อถูก	1	0	1	1	1	4	0.80
	8. ส่วนใดของผลกระเจี๊ยบที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ชุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ก. เปลือก ข. เมล็ด ค. ใบ ง. ไม่มีข้อถูก	1	0	1	1	1	4	0.80
	9. ส่วนใดของกระเจี๊ยบเขียวให้ปริมาณเมือกมากที่สุด ก. เปลือก ข. เมล็ด ค. ใบ ง. ไม่มีข้อถูก	1	1	0	-1	1	2	0.40

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	10. วิธีการที่ใช้สกัดเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. การลวก ข. การต้ม ค. การเคี่ยว ง. การนึ่ง	1	1	0	1	1	4	0.80
	11. ข้อใดคือ อัตราส่วนเนื้อมะตาดและเนื้อกระเจี๊ยบเขียวต่อปริมาณน้ำสะอาดที่เหมาะสมในการสกัดเมือก ก. 1 : 3 ส่วน ข. 1 : 5 ส่วน ค. 1 : 7 ส่วน ง. 1 : 9 ส่วน	1	1	0	1	1	4	0.80
	12. อุณหภูมิที่เหมาะสมของการสกัดเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. 60 องศาเซลเซียส ข. 90 องศาเซลเซียส ค. 120 องศาเซลเซียส ง. ถูกทุกข้อ	1	0	1	1	1	4	0.80
	13. หากให้ความร้อนเกินระดับที่ต้องการมีผลอย่างไรต่อเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. มีกลิ่นเหม็นเขียว ข. น้ำเมือกเป็นสีเขียวตายนึ่ง ค. มีส่วนของเนื้อพืชกระจายอยู่ในน้ำเมือก ง. ถูกทุกข้อ	1	0	1	1	-1	2	0.40

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	14. ข้อใดคือ ข้อดีของการทำแห้งด้วยเทคนิคแบบโฟมเมท ก. ใช้ระยะเวลาที่สั้นลงและอุณหภูมิที่ไม่สูง ข. การสูญเสียสารอาหารลดลง ค. เหมาะกับอาหารเหลวมีความหนืดสูงหรือน้ำตาลสูง ง. ถูกทุกข้อ	1	0	1	1	1	4	0.80
	15. สารอะไรที่นำมาทำให้เกิดโฟมในผลิตภัณฑ์ ก. แอคอัลบูมิน (ไข่ขาว) ข. ซอยไอโซเลต ค. กลีเซอรอลโมโนสเตียเรท ง. ถูกทุกข้อ	1	1	1	1	1	5	1.00
	16. ข้อใดคือ ลักษณะการเกิดโฟมที่ดีในเมือกสกัดจากมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. โฟมละเอียด ตั้งยอดอ่อน ข. โฟมละเอียด ตั้งยอดปานกลาง ค. โฟมหยาบ ตั้งหยอดแข็ง ง. โฟมหยาบ ฟองอากาศใหญ่ไม่ตั้งยอด	1	1	1	1	1	5	1.00
	17. วิธีการทำแห้งของผลิตภัณฑ์นี้คืออะไร ก. ทำแห้งแบบถาด ข. ทำแห้งแบบพ่นฝอย ค. ทำแห้งแบบใช้แสงอาทิตย์ ง. ไม่มีข้อถูก	1	1	1	1	1	5	1.00

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	18. ข้อใดคือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งโฟมเมทเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว ก. 60 องศาเซลเซียส ข. 90 องศาเซลเซียส ค. 120 องศาเซลเซียส ง. ถูกทุกข้อ	-1	1	0	1	1	2	0.40
	19. ข้อใดคือ ลักษณะโฟมอบแห้งที่ดี ก. เนื้อโฟมละลายเป็นน้ำ เมื่อบแห้งเหนียวติดถาด ข. เนื้อโฟมยุบตัวลงจากเดิมเมื่ออบตรงกลางไม่แห้ง ค. เนื้อโฟมคงตัวไม่ยุบตัว เมื่อแห้งจะกรอบร่วน ง. ไม่มีข้อถูก	1	1	1	-1	1	3	0.60
	20. หากต้องการให้โฟมอบแห้งมีความละเอียดเป็นผง มีวิธีการทำอย่างไร ก. ใช้มือขยี้ให้แตกละเอียด ข. ใช้ครกโขลกบดละเอียด ค. ใช้เครื่องปั่นแห้งบดละเอียด ง. ถูกทุกข้อ	1	0	1	1	1	4	0.80
	21. หากต้องการรับประทานผลิตภัณฑ์ ควรใช้น้ำลักษณะใดในการชงผสม ก. น้ำเย็น ข. น้ำอุ่น ค. น้ำร้อน ง. ไม่มีข้อถูก	1	1	1	-1	1	3	0.60

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
	22. ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ รับประทานในรูปแบบใดบ้าง ก .เครื่องดื่มร้อน ข. ผสมในอาหารคาว ค. ดัดแปลงเป็นขนมหวาน ง. ถูกทุกข้อ	1	0	1	1	-1	2	0.40
	23. ข้อใดคือ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ที่เหมาะสม ก. เก็บในที่มีแสงแดดส่องถึง ข. เก็บในภาชนะปิดสนิท ค. เก็บในตู้เย็นแช่ช่องเย็น ง. หากเปิดใช้แล้วมัดยางแช่เย็น	1	1	1	1	1	5	1.00
	24. ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป มีความข้นของอาหารอยู่ระดับใด หากเทียบจากมาตรฐานอาหารสำหรับการกลืน ก. ระดับ 0 เหลว ข. ระดับ 1 หนืดเล็กน้อย ค. ระดับ 2 หนืดน้อย ง. ระดับ 3 หนืดมาก	0	1	1	1	1	4	0.80
	25. มาตรฐานอาหารสำหรับการกลืนมีข้อดีอย่างไร ก. ช่วยลดการสำลักอาหาร ข. ลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการรับประทาน ค. เหมาะสำหรับเด็กหรือผู้สูงอายุ ง. ไม่มีข้อถูก	1	0	0	1	1	3	0.60

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์ค่า IOC ของแบบทดสอบความรู้ผู้เข้ารับการอบรม

ข้อที่	ความสอดคล้อง(IOC)	ผลการพิจารณา
1.	1.00	สอดคล้อง
2.	0.80	สอดคล้อง
3.	1.00	สอดคล้อง
4.	0.40	ไม่สอดคล้อง
5.	1.00	สอดคล้อง
6.	0.80	สอดคล้อง
7.	0.80	สอดคล้อง
8.	0.80	สอดคล้อง
9.	0.40	ไม่สอดคล้อง
10.	0.80	สอดคล้อง
11.	0.80	สอดคล้อง
12.	0.80	สอดคล้อง
13.	0.40	ไม่สอดคล้อง
14.	0.80	สอดคล้อง
15.	1.00	สอดคล้อง
16.	1.00	สอดคล้อง
17.	1.00	สอดคล้อง
18.	0.40	ไม่สอดคล้อง
19.	0.60	สอดคล้อง
20.	0.80	สอดคล้อง
21.	0.60	สอดคล้อง
22.	0.40	ไม่สอดคล้อง
23.	1.00	สอดคล้อง
24.	0.80	สอดคล้อง
25.	0.60	สอดคล้อง

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

สรุปข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาดัชนีความสอดคล้องเลือกไว้จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ ดังนี้ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25

ตารางภาคผนวกที่ ข.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบความรู้ผู้เข้าอบรม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก(D)	ผลการพิจารณา
1.	0.70	0.33	เหมาะสมดี
2.	0.63	0.47	เหมาะสมดี
3.	0.50	0.33	เหมาะสมดี
4.	0.81	0.13	ปรับปรุงตัดออก
5.	0.77	0.33	เหมาะสมดี
6.	0.60	0.40	เหมาะสมดี
7.	0.63	0.33	เหมาะสมดี
8.	0.50	0.47	เหมาะสมดี
9.	0.97	0.07	ปรับปรุงตัดออก
10.	0.67	0.40	เหมาะสมดี
11.	0.47	0.27	เหมาะสมดี
12.	0.50	0.33	เหมาะสมดี
13.	0.70	0.47	ปรับปรุงตัดออก
14.	0.57	0.33	เหมาะสมดี
15.	0.83	0.33	เหมาะสมดี
16.	0.60	0.40	เหมาะสมดี
17.	0.57	0.60	เหมาะสมดี
18.	0.97	0.07	ปรับปรุงตัดออก
19.	0.57	0.33	เหมาะสมดี
20.	0.77	0.47	เหมาะสมดี

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก(D)	ผลการพิจารณา
21.	0.57	0.60	เหมาะสมดี
22.	0.90	0.20	ปรับปรุงตัดออก
23.	0.57	0.47	เหมาะสมดี
24.	0.40	0.40	เหมาะสมดี
25.	0.73	0.13	เหมาะสมดี

เลือกข้อสอบข้อ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25

การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้ใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Reliability)

$$rtt = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ rtt คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

= 1- p

S^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

โดยที่

$$s^2 = \frac{\sum\left(X - \overline{X}\right)^2}{N}$$

X คือ คะแนนรวม

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

แบบทดสอบที่ดีควรมีค่าความเชื่อมั่นเกินกว่า 0.6 ขึ้นไป (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554)

$$N = 30$$

$$\sum pq = 6.57$$

$$S^2 = 23.1$$

$$rtt = \frac{30}{29}\left[1 - \frac{6.57}{23.1}\right]$$

$$= \frac{30}{29}[1 - 0.28]$$

$$= 1.03 \times 0.72$$

$$= 0.74$$

ค่าความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบความรู้ทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.74

ตารางภาคผนวกที่ ข.4 การวิเคราะห์คะแนนก่อนและหลังการถ่ายทอดความรู้การอบรมเชิงปฏิบัติการของกลุ่มบุคคลทั่วไป

ผู้เรียน คนที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (20 คะแนน)		ผลต่าง $D = (X_2 - X_1)$	$(ผลต่าง)^2$ D^2
	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)		
1.	7	17	10	100
2.	5	14	9	81
3.	8	15	7	49
4.	7	12	5	25
5.	6	14	8	64
6.	8	12	4	16
7.	7	14	7	49
8.	9	15	6	36
9	8	14	6	36
10.	9	14	5	25
11.	9	16	7	49
12.	7	14	7	49
13.	8	15	7	49
14	9	12	3	9

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.4 (ต่อ)

ผู้เรียน คนที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (20 คะแนน)		ผลต่าง $D = (X_2 - X_1)$	$(ผลต่าง)^2$ D^2
	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)		
15.	6	14	8	64
16.	10	17	7	49
17.	8	12	4	16
18.	7	15	8	64
19.	9	16	7	49
20.	10	16	6	36
21.	8	15	7	49
22.	8	15	7	49
23	9	15	6	36
24.	8	16	8	64
25.	9	14	5	25
26	5	10	5	25
27.	6	12	6	36
28.	7	13	6	36
29.	7	15	8	64
30.	8	16	8	64
รวม	232	429	197	1363
ค่าเฉลี่ย	7.73	14.30		

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการถ่ายทอดความรู้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติที่ (t-test)

1. H_0 : $\mu_1 = \mu_2$
2. H_1 : $\mu_1 < \mu_2$
3. $\alpha = .05$
4. จากตารางค่า t ที่ $\alpha = .05$ df = 30 – 1 = 29 : t=1.67

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

5. จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{197}{\sqrt{\frac{30\ x1363\ - (38809)}{30-1}}}$$

$$= \frac{197}{\sqrt{\frac{2081}{29}}}$$

$$= \frac{197}{8.47}$$

= 23.26

ค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนสูงกวาคะแนนสอบกอนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางภาคผนวกที่ ข.5 การวิเคราะห์คะแนนก่อนและหลังการถ่ายทอดความรู้การอบรมเชิงปฏิบัติการของกลุ่มผู้สูงอายุ

ผู้เรียนคนที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (20 คะแนน)		ผลต่าง D = (X_2 -X_1)	(ผลต่าง)^2 D^2
	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)		
1.	7	14	7	49
2.	5	13	8	64
3.	6	13	7	49
4.	7	12	5	25
5.	6	14	8	64

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ตารางภาคผนวกที่ ข.5 (ต่อ)

ผู้เรียน คนที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (20 คะแนน)		ผลต่าง $D = (X_2 - X_1)$	$(ผลต่าง)^2$ D^2
	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)		
6.	7	12	5	25
7.	7	14	7	49
8.	6	15	9	81
9	8	14	6	36
10.	8	14	6	36
11.	6	12	6	36
12.	7	14	7	49
13.	8	15	7	49
14	7	12	5	25
15.	6	14	8	64
16.	6	12	6	36
17.	8	12	4	16
18.	7	15	8	64
19.	7	16	9	81
20.	8	16	8	64
21.	8	15	7	49
22.	8	15	7	49
23	7	15	8	64
24.	8	16	8	64
25.	6	14	8	64
26	5	10	5	25
27.	6	12	6	36

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.5 (ต่อ)

ผู้เรียน คนที่	คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (20 คะแนน)		ผลต่าง $D = (X_2 - X_1)$	$(ผลต่าง)^2$ D^2
28.	7	13	6	36
29.	7	15	8	64
30.	8	16	8	64
รวม	207	414	207	1477
ค่าเฉลี่ย	6.90	13.80		

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการถ่ายทอดความรู้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติที่ (t-test)

1. H_0 : $\mu_1 = \mu_2$
2. H_1 : $\mu_1 < \mu_2$
3. $\alpha = .05$
4. จากตารางค่า t ที่ $\alpha = .05$ df = 30 – 1 = 29 : t=1.67
5. จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{207}{\sqrt{\frac{30x1477-(42849)}{30-1}}}$$

$$= \frac{207}{\sqrt{\frac{1461}{29}}}$$

$$= \frac{207}{7.09}$$

= 29.19

GRAD VRU

ค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนสูงกวาคะแนนสอบกอนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางภาคผนวกที่ ข.6 วิเคราะห์ค่า IOC ของแบบประเมินความพึงพอใจผู้เข้ารับการอบรม

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.	เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง	1	1	1	1	1	5	1
2.	อายุ.....ปี	1	1	1	1	1	5	1
3.	ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระในการอบรมโดยภาพรวม	1	1	1	1	1	5	1
4.	ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการอบรมโดยรวม	1	1	1	1	1	5	1
5.	ความเหมาะสมของกิจกรรมการอบรม	1	1	1	1	1	5	1
6.	ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกอบรม	1	1	1	1	1	5	1
7.	วิทยากรที่ให้การอบรม	1	1	1	1	1	5	1
8.	ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากร	1	1	0	1	1	4	0.8
9.	สถานที่ที่ใช้ในการอบรม	1	1	1	1	1	5	1
10.	ความเหมาะสมของวัสดุ-อุปกรณ์	1	1	1	1	1	5	1
11.	ความรู้ และประโยชน์ในการเข้ารับการอบรม	1	1	0	1	1	4	0.8
12.	การอบรมตอบสนองตรงความต้องการของผู้เข้ารับการอบรม	1	1	1	1	1	4	0.8

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.7 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจผู้เข้ารับการอบรม

คนที่	จำนวนข้อที่ทำการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ										X	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	37	1369
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	49	2401
3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	48	2304
4	3	3	4	4	4	4	3	3	2	3	33	1089
5	4	4	4	4	4	4	5	3	3	3	38	1444
6	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	42	1764
7	2	2	5	5	2	5	5	3	4	4	37	1369
8	4	4	4	4	4	4	5	4	3	5	41	1681
9	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	46	2116
10	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	41	1681
11	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	35	1225
12	5	4	5	5	5	2	4	5	4	4	43	1849
13	5	4	4	2	2	2	3	4	4	4	34	1156
14	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	45	2025
15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	1600
16	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	46	2116
17	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	1600
18	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	41	1681
19	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	38	1444
20	4	4	4	4	4	4	5	4	3	3	39	1521
21	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	39	1521
22	2	2	5	4	2	5	5	4	4	4	37	1369
23	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	41	1681
24	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	48	2304
25	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	40	1600

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ตารางภาคผนวกที่ ข.7 (ต่อ)

คนที่	จำนวนข้อที่ทำการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ										X	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
26	3	3	4	3	4	4	3	3	2	4	33	1089
27	3	3	3	4	4	4	5	3	3	4	36	1296
28	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	42	1764
29	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	45	2025
30	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	42	1764
$\sum X$	120	117	126	123	121	124	131	119	116	119	1216	49848
S_i^2	0.73	0.62	0.23	0.42	0.63	0.52	0.63	0.50	0.65	0.17	5.10	

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's alpha coefficient) จากสูตรการคำนวณดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum S_i^2}{\sum S_t^2}\right\}$$

เมื่อ

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

n คือ จำนวนข้อของแบบสอบถาม

S_i^2 คือ ความแปรปรวนของแบบสอบถามรายข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของแบบสอบถามทั้งฉบับ

แทนค่าในสูตร

$$S_t^2 = (30 \times 49848) - 1216 \times 1216$$

$$= \frac{1495440 - 1478656}{900}$$

$$= 18.64$$

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

แทนค่า

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right\}$$

$$= \frac{10}{10-1}\left\{1-\frac{5.10}{18.64}\right\}$$

$$= 1.11 \times (1-0.27)$$

$$= 1.11 \times 0.73$$

$$= 0.81$$

จากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาที่คำนวณได้มีค่า 0.81 แสดงว่าแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าความเชื่อมั่นเป็นไปตามเกณฑ์สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป จากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

GRAD VRU

Num.....

แบบสอบถาม

การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาด (*Dillenia indica Linn.*) และกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmo chusesculentus L. Moench*)

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เพื่อใช้ประกอบการศึกษา ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว โดยข้อมูลจากแบบสอบถามจะนำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น โดยจะเก็บข้อมูลของท่านเป็นความลับไม่เปิดเผยต่อสาธารณะ จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถามและการทดสอบผลิตภัณฑ์ โดยข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ขอขอบพระคุณที่ท่านได้สละเวลาตอบแบบสอบถามมา ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการยอมรับและการทดสอบผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อผลิตภัณฑ์

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์

ผู้วิจัย

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ( ) หญิง ( ) ชาย

2. อายุ

( ) ต่ำกว่า 60 ปี ( ) 60 - 69 ปี

( ) 70 - 79 ปี ( ) 80 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

( ) ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา หรือเทียบเท่า

( ) อนุปริญญา/ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) ปริญญาโท ( ) สูงกว่าปริญญาโท

4. อาชีพ

( ) นักเรียน ( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) นักศึกษา ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) ข้าราชการ ( ) พนักงานรัฐวิสาหกิจ

( ) แม่บ้าน ( ) อื่นๆ .....

5. รายได้ต่อเดือน (บาท)

( ) น้อยกว่า 5,000 ( ) 5,001 - 10,000

( ) 10,001 - 15,000 ( ) 15,001 - 20,000

( ) 20,001 - 25,000 ( ) มากกว่า 25,000

( ) ไม่มีรายได้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาด (*Dillenia indica* Linn.) และกระเจี๊ยบเขียว (*Abelmo chusesculentus* L. Moench) เป็นการนำเมือกที่สกัดจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวด้วยการใช้น้ำร้อนต้มกับเนื้อผักด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กรองเอาเฉพาะน้ำเมือก นำไปทำแห้งด้วยวิธีโฟมเมท โดยมีส่วนผสมทำให้เกิดโฟมคือ แอคอัลบูมิน (Egg albumin) ผลิตจากไข่ขาว โปรตีนสูง ช่วยให้เกิดฟองหรือโฟมในอาหารลักษณะเหลว และมอลโทแดร็กติน (Maltodextrin) ซึ่งเป็นสารเติมแต่งในอาหาร (Food additive) เพื่อสร้างเนื้ออาหารในการทำแห้ง มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบประเภทโพลีแซคคาร์ไรด์ (polysaccharide) สามารถย่อยและดูดซึมได้ในรูปของกลูโคส เป็นต้น ประกอบกับผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมดังนี้ แป้งข้าวกล้องผง นมถั่วเหลืองผง ครีมเทียม น้ำตาทราย ผงเมือกมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว บดละเอียดร่อนผ่านตะแกรง เมื่อรับประทานนำผลิตภัณฑ์ 76 กรัม เติมน้ำร้อนคืนรูป 240 กรัม คนผสมให้มีลักษณะข้น รับประทานขณะร้อนหรืออุ่น โดยผลิตภัณฑ์ใช้ธัญพืชที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกาย ได้แก่ ถั่วเหลือง ข้าวกล้องงอก เป็นต้น ซึ่งมีสารที่สำคัญ เช่น ถั่วเหลืองมีสารไฟโตรเอสโตรเจน (Phyto- estrogens) ช่วยปรับสมดุลในฮอร์โมนเพศหญิง ข้าวกล้องงอกมีสารกาบา (GABA) ช่วยป้องกันโรค อัลไซเมอร์ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว เป็นไขมันชนิดดีที่ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดได้ และมีส่วนผสมของผงเมือกจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวเสริมลงในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบสารในกลุ่มพรีไบโอติกส์ ที่ไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร ส่งผลทำให้มีการขับถ่ายได้ดี มีผลช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาทดสอบความข้น อยู่ในมาตรฐานระดับ 2 มีความข้นหนืดน้อย สามารถดื่มจากแก้วหรือใช้ช้อนตักรับประทานได้ ลดความเสี่ยงต่อการสำลัก

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ และทำเครื่องหมาย (✓) ตามความรู้สึกของท่านในช่องว่าง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังนี้

คุณลักษณะ	คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	ยอมรับน้อยที่สุด	ยอมรับน้อย	ยอมรับปานกลาง	ยอมรับมาก	ยอมรับมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ (ความเป็นเนื้อเดียวกัน)					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ความข้น					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

1. ข้อเสนอแนะหรือข้อแนะนำ หากมีการปรับปรุงเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งต่อไป

.....

2. เมื่อท่านบริโภคผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ท่านยอมรับได้หรือไม่

( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ เพราะ.....

<u>ส่วนที่ 3</u> ข้อมูลการบริโภคในผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปจากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียว

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯนี้ ท่านคิดว่าเหมาะสมกับวัยใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) วัยเด็ก ( ) วัยรุ่น

( ) วัยผู้ใหญ่ ( ) ผู้สูงอายุ

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

2. ท่านจะรับประทานผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ในช่วงเวลาใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) มื้อเช้า ( ) มื้อว่างเช้า

( ) มื้อกลางวัน ( ) มื้อว่างบ่าย

( ) มื้อเย็น ( ) มื้อก่อนนอน

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3. ท่านจะนำผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ มาประกอบอาหารในรูปแบบใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) เครื่องดื่มร้อน ( ) เครื่องดื่มเย็น

( ) ส่วนผสมในอาหารคาว ( ) ส่วนผสมในอาหารหวาน

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

4. ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ จะพิจารณาจากสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) สีสัน ( ) คุณค่าทางสารอาหาร

( ) รสชาติ ( ) ประโยชน์ต่อสุขภาพ

( ) รูปร่าง ( ) ขนาด

( ) ราคา ( ) บรรจุภัณฑ์

( ) ยี่ห้อ ( ) ปริมาณบรรจุ

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. ท่านคิดว่าสถานที่ที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ร้านสะดวกซื้อ ( ) ซุปเปอร์มาร์เก็ต

( ) ร้านค้าปลีก ( ) ห้างสรรพสินค้า

( ) ร้านค้าออนไลน์ ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6. ราคาที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ (หนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม)

( ) ต่ำกว่า 15 บาท ( ) 16 – 25 บาท

( ) 26 – 35 บาท ( ) 36 – 45 บาท

( ) 46 – 55 บาท ( ) มากกว่า 56 บาท

7. รูปแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ ที่ท่านต้องการซื้อ

( ) ขวดพลาสติก ( ) ขวดแก้ว

( ) ถุงพลาสติกซิปล็อก ( ) ถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ซิปล็อก

( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

8. หากมีผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปฯ จำหน่ายท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่แน่ใจ เพราะ..... ( ) ไม่ซื้อ เพราะ.....

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ภาคผนวก ง

การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป จากผลมะตาดและกระเจี๊ยบเขียวและภาพการอบรม

GRAD VRU

ที่ อว ๐๖๓๐.๑๒/๑๑๙๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์
ถนนพหลโยธิน กม.๔๘ ปณจ.
ประตูน้ำพระอินทร์ จ.ปทุมธานี
๑๓๑๘๐

๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล

เรียน นายพรชัย อิ่มหาญ ปลัดองค์การบริหารส่วนตำบลพะเนา

ด้วยนางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์ รหัสนักศึกษา ๕๘B๗๔๖๗๐๑๐๓ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากผลมะตาด (Dillenia indica Linn) และกระเจี๊ยบเขียว (Abelmo Chusesculentus L.Moench)” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ มีความจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม และแบบประเมินการอบรมเชิงปฏิบัติการในหน่วยงานของท่านเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าว

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์แก่นักศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัยด้วยแบบสอบถาม และแบบประเมินการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยมอบให้นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์ หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘๔-๔๑๓๓๙๙๑ เป็นผู้ติดต่อประสานงานโดยตรง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๒๙๐๙ ๔๐๔๖
โทรสาร. ๐ ๒๕๒๙ ๑๖๓๘ ต่อ ๔๐๖

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

เงอิง 19011MSRTK47994
/esaraban.vru.ac.th/archive/identityTags

ภาพภาคผนวกที่ ง.1 กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ภาพภาคผนวกที่ ง.2 กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โทรศัพท์ ๐ ๒๙๐๙ ๓๐๓๖ ต่อ ๓๓๑

ที่ อว ๐๖๓๐.๐๘ /จ.๐๑๖ **วันที่** ๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๔

เรื่อง ผลการประเมินด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

เรียน นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์

ตามที่ท่านได้เสนอโครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากผลมะตาด (Dillenia indica Linn.) และกระเจี๊ยบเขียว (Abelmo chusesculentus L. Moench) (หมายเลขโครงการ ๐๐๖๕/๒๕๖๕) มายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เพื่อขอรับพิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์นั้น

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าวแล้ว และ **มีมติ รับรอง**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข)
รองประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
(ประจำสาขาวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ)
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

COA No. 016/2564

REC No. 0065/2565

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage Research Ethics Committee

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากลได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ	: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปข้นผงเพื่อสุขภาพจากผลมะตาด (Dillenia indica Linn.) และกระเจี๊ยบเขียว (Abelmo chusesculentus L. Moench)
Study Title	: PRODUCT DEVELOPMENT OF SOUP POWDER FOR HEALTHY FROM MATARD (DILLENIA INDICA LINN.) AND OKRA (ABELMO CHUSESCULENTUS L. MOENCH
ผู้วิจัยหลัก	: นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์
Principal investigator	: Miss.Jureemart Deeammart
สังกัดหน่วยงาน	: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้ร่วมวิจัย	: รองศาสตราจารย์ ดร. ศศมล ผาสุข
Co-investigators	: Associate Professor Dr.Sasamol phasuk
สังกัดหน่วยงาน	: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้ร่วมวิจัย	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยนุช นิลแสง
Co-investigators	: Assistant Professor Dr.Poonyanuch Nilsang
สังกัดหน่วยงาน	: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิธีทบทวน	: แบบเร่งรัด
รายงานความก้าวหน้า	: ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี หรือ ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์หากดำเนินโครงการเสร็จสิ้นก่อน 1 ปี
เอกสารรับรอง	1. AF 01-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 2. AF 02-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 3. AF 03-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 4. AF 04-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 5. AF 05-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 6. AF 06-10 เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 7. สรุปโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 8. โครงการวิจัยฉบับเต็ม เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 9. ประวัติผู้วิจัย เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564 10. เครื่องมือวิจัย เวอร์ชั่น 1.0 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564

ลงนาม: .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศมล ผาสุข)
รองประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ประจำสาขาวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ)
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

วันที่รับรอง	: 11 กุมภาพันธ์ 2564
Date of Approval	: 11 February 2021
วันหมดอายุ	: 11 กุมภาพันธ์ 2564
Approval Expire Date	: 11 February 2022

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

ภาคผนวก จ

วิธีการวิเคราะห์กายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหาร

GRAD VRU

การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี

1.การวิเคราะห์ค่าสี (Color meter)

เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบผง รูปแบบชงผสม โดยการวัดควรทำตัวอย่างอาหารให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้แสงกระจายและสม่ำเสมอ สามารถอ่านค่าได้ชัดเจน

การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ ใช้เครื่องยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-400 หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร โดยนำตัวอย่างใส่ในถ้วยแก้ว จากนั้นวางบนช่องเซ็นเซอร์ให้สนิทปิดด้วยฝาครอบสีดำ โดยวัดค่าจากด้านล่างให้ส่องขึ้นด้านบน แล้วกดปุ่มอ่านค่า ได้แก่ ค่า L, a*, b*, Chroma และ Hue angle จัดทำจำนวน 5 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

L* = the lightness factor (value)

เมื่อค่าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาว

เมื่อค่าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีดำ

a*, b* = the chromaticity coordinates (hue, chroma)

ค่า a* เป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีแดง และเป็นลบแสดงว่าวัตถุมีสีเขียว

ค่า b* เป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง และเป็นลบแสดงว่าวัตถุดิบมีสีน้ำเงิน

ทั้ง a* และ b* มีค่าอยู่ระหว่าง -60 ถึง +60 หากมีค่าเป็นศูนย์แสดงว่าวัตถุดิบมีสีเทา

การคำนวณหาค่า Chroma และ Hue angle จากสมการ 18-19 ดังนี้

Chroma $= (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ .....(18)

Hue angle = arctangent (a* + b*) เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก.....(19)
และ b* มีค่าเป็นบวก

= arctangent (a* + b*) + 180° เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ

= arctangent (a* + b*) + 360° เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก
และ b* มีค่าเป็นลบ

โดยค่า Chroma แสดงความเข้มของสี มีค่าเข้าใกล้ 0 เมื่อวัตถุมีสีซีดจาง และมีค่าใกล้ 60 เมื่อวัตถุมีสีเข้ม

ส่วนค่า Hue angle (h°) เป็นค่าที่แสดงมุมในการตกกระทบของค่า Chroma ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศา ซึ่งแสดงช่วงของสีวัตถุดังนี้

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

0-45 องศา	แสดงสีม่วงแดงถึงส้มแดง	45-90 องศา	แสดงสีส้มแดงถึงเหลือง
90-135 องศา	แสดงสีเหลืองถึงเหลืองเขียว	135-180 องศา	แสดงสีเหลืองเขียวถึงเขียว
180-225 องศา	แสดงสีเขียวถึงน้ำเงินเขียว	225-270 องศา	แสดงสีน้ำเงินเขียวถึงน้ำเงิน
270-315 องศา	แสดงสีน้ำเงินถึงม่วง	315-360 องศา	แสดงสีม่วงถึงม่วงแดง

2. การวิเคราะห์ค่า Water Activity (a_w)

โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง novasina รุ่น LadSwift-a_w ซึ่งการเตรียมตัวอย่างแบบผง โดยนำตัวอย่างบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนแบบชงผสมนำซุปผง 50 กรัม ผสมน้ำร้อน 250 มิลลิลิตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน และนำไปใส่ในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่า ใส่ในเครื่องวัดค่า a_w จับเวลาประมาณ 20 นาที หรือจนกระทั่งเครื่องอ่านค่าคงที่ จึงอ่านค่าจากเครื่องวัดและจดบันทึก

3. การวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer)

ซึ่งการเตรียมตัวอย่างซุปข้นกึ่งสำเร็จรูปแบบผง โดยนำตัวอย่างบดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันบรรจุใส่ถุงเมทัลไลท์ซิปล็อกปิดสนิทไม่ให้โดนอากาศ จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์เครื่องวัดค่าความชื้น (Moisture Analyzer) ยี่ห้อ Moisture Analyzer Sartorius รุ่น MA37

การวิเคราะห์ทำได้โดยเปิดเครื่องก่อนทดสอบประมาณ 30 นาที ใส่ถาดอลูมิเนียมในเครื่องเพื่อควบคุมน้ำหนักให้คงที่ เปิดฝาใส่ตัวอย่างอาหาร 3 กรัม เกลี่ยให้กระจายอย่างสม่ำเสมอในถาดปิดฝาให้ความร้อน (heater cover) ใช้เวลาประมาณ 5 นาที หรือจนกว่าเครื่องส่งสัญญาณเมื่อสิ้นสุดการทำงาน แสดงผลการวิเคราะห์ จึงอ่านค่าจากเครื่องวัดและจดบันทึก

4. การวิเคราะห์ความหนืด (Viscosity)

การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่องวัดความหนืด ยี่ห้อ Brook field รุ่น Halipath stand D มีวิธีการวัดค่าความหนืดดังนี้

4.1 เตรียมตัวอย่างอาหาร โดยนำซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป 100 กรัม ผสมน้ำร้อน 500 มิลลิลิตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร

4.2 เลือกใช้เข็มวัด SPINDLE เบอร์ 02 ใส่ในแกนวัดปรับหัวเข็มจุ่มลงในตัวอย่างอาหารให้ถึงระยะที่กำหนดของเข็ม ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ตั้งค่าความเร็วรอบ 100 RPM ควบคุมอุณหภูมิซุปข้นชงผสมที่ 65 องศาเซลเซียส

4.3 เริ่มการทดสอบ โดยหน้าจอจะปรากฏค่า % Torque กับค่า CP (Viscosity) ที่อ่านได้ (ค่า ต้องใกล้เคียง 100% Torque) กำหนดเวลา 5 นาที อ่านค่าและจดบันทึก มีหน่วยวัดเป็น cP (Centi point) จากนั้นเปลี่ยนตัวอย่างทำจำนวน 3 ซ้ำ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

5. การวิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ใช้เครื่องวัดความเป็นกรด–ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ SI Analytics รุ่น Lab855 โดยเริ่มจากการตั้งค่ามาตรฐานของเครื่องโดยการ Calibrate ด้วยสารละลายน้ำยามาตรฐานบัฟเฟอร์ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำยามาตรฐาน pH 4.00, 7.00 และ 10.00 โดยควบคุมภายใต้อุณหภูมิคงที่ 25±5 องศาเซลเซียส ในการ Cal จะทำทีละบัฟเฟอร์เริ่มจากค่าต่ำสุด 4.00 ไปจนถึงค่าสูงสุด 10.00 ในแต่ละครั้งก่อนการวัดต้องล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง

การเตรียมตัวอย่างอาหาร โดยนำซุปข้นกึ่งสำเร็จรูป 50 กรัม ผสมน้ำร้อน 250 มิลลิลิตร คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ในบริกซ์กอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นเริ่มการวัดค่าด้วยการจุ่มหัววัดลงในตัวอย่างอาหาร กดปุ่ม ENTER เพื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่าง รอจนกระทั่งปรากฏค่าอ่านผลและบันทึกผล ยกหัววัดออกล้างด้วยน้ำกลั่นซับให้แห้ง วัดตัวอย่างต่อไป ทำซ้ำจำนวน 5 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value)

การเก็บรักษาไขมันและน้ำมันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น รส ที่ไม่ต้องการ เรียกว่าเหม็นหืน (rancidity) การเหม็นหืนที่เกิดขึ้นกับไขมันหรือน้ำมันส่วนใหญ่เกิดจาก oxidative rancidity

โดยเกิดจากปฏิกิริยาของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศมีความร้อน แสง ความชื้น และโลหะ เป็นตัวเร่งปฏิกริริยาทำให้เกิดเปอร์ออกไซด์ อีกทั้งเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะไม่อยู่ตัว สลายต่อไปเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น อัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ และกรด ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนที่ไม่ต้องการ ถึงแม้เปอร์ออกไซด์ไม่ใช่ตัวที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนโดยตรง เนื่องจากไม่มีกลิ่นรส แต่เป็นประโยชน์ในการประเมินหาการเสื่อมเสียของไขมันและน้ำมัน

ค่าเปอร์ออกไซด์เป็นการวัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ในตัวอย่างไขมันหรือน้ำมันแต่จะเกิดขึ้นช้าๆ ในระยะแรกของการเก็บรักษา อาจใช้เวลา 2-3 สัปดาห์หรือ 2-3 เดือน ขึ้นอยู่กับชนิดของไขมันและน้ำมันและสภาพการเก็บรักษา ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาได้จากปฏิกิริยาของโพแทสเซียมไอโอไดด์กับพันธะออกซิเจน ทำให้เกิดไอโอดีนขึ้น ซึ่งสามารถไตเตรทปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

6.1 การเตรียมสารเคมี

6.1.1 สารละลายผสมของอะซิติกกับคลอโรฟอร์มอัตราส่วน 3:2

6.1.2 สารละลายอิ่มตัวของโพทัสเซียมไอโอไดด์ เตรียมโดยละลาย KI ที่มากเกินพอในน้ำเดือด เก็บในที่มืด

6.1.3 สารละลายน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 1 (เตรียมก่อนใช้) เตรียมโดยชั่งแป้ง 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

6.1.4 สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น 0.1 N (เตรียมก่อนใช้)

6.2 วิธีวิเคราะห์

6.2.1 สกัดไขมันออกจากตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 60 กรัม ใส่ในฟลาสก์ เติม Diethyl ether 150 มิลลิลิตร นำไปเขย่าโดยใช้เครื่องเขย่า เป็นเวลา 30 นาที นำมากรองแยกเอากากตัวอย่างออก นำสารละลายของไขมันที่สกัดได้ไประเหย solvent ออก โดยใช้ vacuum evaporator ซึ่งตั้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

6.2.2 ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 5.00±0.05 กรัม ลงในฟาสก์ 250 มิลลิลิตร

6.2.3 เติมสารละลายผสมอะซิติกกับคลอโรฟอร์มจำนวน 30 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

6.2.4 เติมสารละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมไอโอไดด์ จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เขย่านาน 1 นาที เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายน้ำแป้งร้อยละ 1 จำนวน 0.5 มิลลิลิตร

6.2.5 ไตเตรทอย่างช้าๆ ด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเข้มข้น ร้อยละ 0.1 N จนสีน้ำเงินหายไป (จุดยุติ) คำนวณจากสมการ 20 ดังนี้ (A.O.A.C, 1995)

$$P.V. = \frac{SxNx1000}{W} \quad \text{.....(20)}$$

S = ปริมาณสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง-blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายไธโอซัลเฟตที่ใช้ (นอร์มัล)

W = น้ำหนักน้ำมัน (กรัม)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count)

1.1 การเตรียมตัวอย่าง ทำโดยชั่งตัวอย่าง 25 กรัม วิธีปราศจากเชื้อ แล้วเติมสารละลายเจือจางที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไป 225 มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่างลงสารละลาย เจือจาง 1:10 จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

1.2 ใส่ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรในจานเพาะเชื้อ เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ประมาณ 18-20 มิลลิลิตร ค่อยๆ เขย่าตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อด้วยอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เวลา 48 ชั่วโมง

1.3 นับจำนวนโคโลนีและคำนวณจำนวนดังสมการที่ 21 มีหน่วยเป็น CFU/g (A.O.A.C., 1995)

$$N = \frac{\Sigma c}{(1xn_1) + (0.1xn_2)\ x\ (d)} \quad \text{.....(21)}$$

เมื่อ N = จำนวนโคโลนีต่อมิลลิลิตรหรือกรัมของผลิตภัณฑ์

Σc = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมด

n_1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับไดในชวง 25-250 โคโลนีในระดับความเขมข้นแรก

n_2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับไดในชวง 25-250 โคโลนีในระดับความเขมข้นที่สอง

d = ระดับความเขมขนแรกที่สามารถนับเชื้อไดในชวง 25-250 โคโลนี

2. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา

2.1 การเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกันกับข้อ 1.

2.2 นำสารละลายทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้นที่ 10^{-2} และ 10^{-3} ดูสารละลายที่ 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} มาอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA)

2.3 ทำการ Spread plated นำจานอาหารบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นับจำนวนโคโลนีและคำนวณจำนวนดังสมการที่ 22 มีหน่วยเป็น CFU/g (A.O.A.C., 1995)

CFU/g = ค่าเฉลี่ยโคโลนีที่นับได้ x ระดับความเจือจางต่ำสุด .....(22)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

3. การวิเคราะห์แบคทีเรีย *Coliform Escherichia coli*

3.1 ดูดตัวอย่างใส่ลงในหลอดอาหาร Lauryl sulfate tryptone broth โดยตัวอย่างมีความเจือจางแตกต่างกันระดับละ 10 เท่า (ความเข้มข้น เท่ากับ 10, 1 และ 0.1 เท่า ตามลำดับ) ระดับความเจือจางละ 3 หลอด บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 48 ชั่วโมง ตรวจผลโดยดูการเกิดแก๊สภายใน Durham tube

3.2 ถ่ายเชื้อจากหลอดทดลองที่มีแก๊สจากขั้น Presumptive test 1 ลูป ลงใน Brilliant green lactose bile broth ที่บรรจุ Durham tube บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 48 ชั่วโมง ตรวจดูการเกิดแก๊ส และบันทึกผลนำค่าที่ได้เปิดตาราง Most Probable Number (MPN) เพื่อหาค่า “Confirmed coliforms” รายงานจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างเป็น MPN/g (A.O.A.C., 1995)

4. การวิเคราะห์ *Salmonella* spp.

4.1 การเตรียมตัวอย่าง โดยชั่งตัวอย่าง 25 มิลลิกรัม ใส่ในขวดที่มี BPW ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ทำการปั่นผสมนาน 2 นาที บ่มที่ 34-38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

4.2 Enrichment เขย่าตัวอย่างที่ผ่านการ Pre-enrichment ให้เข้ากัน ถ่ายเชื้อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเหลว Muller-Kauffmann tetrathionate novobiocin broth (MKTTn broth) บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และถ่ายเชื้อปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง Rappaport- Vassiliadis Medium (RVS) บ่มที่ 41.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.3 streak บน XLD agar และ HE agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนีสงสัยว่าเป็นซาโมเนลล่า ทดสอบคุณสมบัติทางเคมี โดยเขี่ยเชื้อจากจุดตรงกลางโคโลนีเดียวกันและจะตองเขี่ยเชื้อเพียงครั้งเดียวแลวถ่ายลงอาหารทดสอบ รายงานจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างเป็น 25 g (ISO, 2017)

5. การวิเคราะห์ *Clostridium perfringens*

5.1 วิเคราะห์ปริมาณ C. perfringens โดยวิธี spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptose Sulfite Cycloserine Agar (TSC) โดยใช้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10-1, 10-2 และ 10-3 ความเจือจางละ 2 ซ้ำ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน ในสภาวะไร้อากาศหรือใน anaerobic jar ซึ่งเป็นขั้นตอน presumptive test

5.2 ทำการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อ C. perfringens ซึ่งเมื่อเจริญบนอาหาร TSC จะมีโคโลนีสีดำ เนื่องจากซัลไฟต์ในอาหารถูกรีดิวซ์ และรอบๆ โคโลนีเกิดเป็นวงแหวน เนื่องจากผลิตเอนไซม์ lecithinase โดยทำการย่อยสลายไข่แดง

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

5.3 การยืนยัน *C. perfringens* นำโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *C. perfringens* ทำการยืนยันโดยการนำมา stap ในอาหาร motility-nitrate ซึ่งเชื้อ *C. perfringens* ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ (non-motile) สามารถรีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ และหมักน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดและสร้างก๊าซ และดูลักษณะรูปร่าง ย้อมสีแกรม และย้อมสปอร์ นับจำนวนโคโลนีและคำนวณจำนวนดังสมการที่ 22 มีหน่วยเป็น CFU/g (A.O.A.C., 1995)

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป (มอก.315-2548)

1. ขอบข่าย โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปที่ปรุงเพื่อรับประทานได้ในเวลาไม่เกิน 10 นาที

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใชในมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรมนี้ มีดังตอไปนี้

โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ทำจากข้าวผ่านกระบวนการทำให้สุกและทำให้แห้ง มีลักษณะเป็นเม็ดหรือเกล็ดเล็ก ๆ พรอมเครื่องปรุงแตงกลิ่นรสตาง ๆ อาจผสมเนื้อสัตวหรือผักที่ทำใหสุกและแหงแลว โดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสของส่วนประกอบไว้ได้ ทำให้สุกรับประทานได้ในระยะเวลาสั้นไม่เกิน 10 นาที โดยมีเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส หมายถึง วัตถุในการปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น ซุปแห้งหรือโปรตีนเข้มข้น เกลือ กระเทียม พริกไทย

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

ลักษณะทั่วไป โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปต้องมีสีและกลิ่นจากธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไมมีกลิ่นอื่นที่ไมพึงประสงค์ ทำการทดสอบก่อนเติมน้ำเดือดหรือทำให้สุก

4. ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก

5. จุลินทรีย์

5.1 จุลินทรียทั้งหมด โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ตองไมเกิน $1x10^5$

5.2 ยีสตและรา โคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง ตองไมเกิน 100

5.3 คลอสทริเดียม เพอรฟริงเจนส (*Clostridium perfringens*) ใน 0.01 กรัมตัวอย่างต้องไม่พบ

5.4 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) โดยวิธี MPN ต่อกรัมตัวอย่าง ต้องน้อยกว่า 3

5.5 สแตฟโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ใน 0.01 กรัมตัวอย่าง ตองไม่พบ

5.6 แซลโมเนลลา (*Salmonella*) ในตัวอยาง 25 กรัมของตัวอย่าง ตองไมพบ

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจุรีมาศ ดีอำมาตย์
วัน เดือน ปี เกิด	24 ธันวาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2545 คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดปทุมธานี พ.ศ. 2549 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (บริหารการศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พ.ศ. 2550 คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	198/119 หมู่ 5 ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

3532315082 VRU iThesis 58B74670103 thesis / recv: 17022566 15:13:20 / seq: 19

GRAD VRU