



รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแซนวิชสเปรดจากข้าวไทยสีแดง
Development of Sandwich Spread from Thai Red Rice

คณะผู้วิจัย

นางสาวณัฐพร สุบรรณมณี

นายทัฬหสาร ใจแก้ว

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. 2562

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ เนื่องจากได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ประสานเกี่ยวกับการดำเนินงานวิจัย ขอขอบพระคุณนักวิจัยทุกท่าน วารสารวิชาการทุกฉบับ และหนังสือทุกเล่ม สำหรับความรู้ที่ได้รับสำหรับการอ้างอิงในงานวิจัยนี้ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีที่มีให้ตลอดการวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัย



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษาการทำแซนวิชสเปรดจากข้าวไทยสีแดง 3 ชนิด (ข้าวจีบ ข้าวมันปู และข้าวสังข์หยด) ศึกษาชนิดของน้ำมัน ได้แก่ น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน และศึกษาปริมาณน้ำมันที่เหมาะสม (6 และ 8 %) ในการผลิตแซนวิชสเปรด ตลอดจนศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรดจากข้าวไทยสีแดง จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรดจากข้าวไทยสีแดง พบว่า ข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินรวมทั้งหมดมากที่สุด คือ ข้าวสังข์หยด ประกอบกับมีองค์ประกอบทางเคมีที่ดีกว่าข้าวชนิดอื่น ๆ ดังนั้นจึงเลือกข้าวสังข์หยดเพื่อนำมาใช้ในการผลิตแซนวิชสเปรด สำหรับชนิดและปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการผลิตแซนวิชสเปรด คือ น้ำมันรำข้าว ในปริมาณ 8 % จากการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านต่าง ๆ พบว่า แซนวิชสเปรดที่ได้มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 60.57, 10.02 และ 15.77 ตามลำดับ ความสามารถในการแพร่กระจาย เท่ากับ 961.79 g.sec นอกจากนี้ยังมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยทั้งหมด ถ้าคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 9.68, 10.55, 4.56, 3.72, และ 48.17 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนค่าแอคติวิตีของน้ำ (a_w) เท่ากับ 0.97 และค่าเพอร์ออกไซด์ เท่ากับ 34.96 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ดังนั้น แซนวิชสเปรดที่ผลิตจากข้าวสังข์หยด และใช้น้ำมันรำข้าวในปริมาณ 8 % จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค

Abstract

The objective of this research is to study the production of sandwich spread from 3 types of Thai red color rice (Jib rice, Red rice and Sangyod rice). To study the types of oil such as rice bran oil, coconut oil and sunflower seed oil. Moreover, to study the suitable oil content (6 and 8%) in the production of sandwich spread and also to study consumer acceptance of sandwich spread products. The physical quality and chemical quality analysis and the sensory evaluation of sandwich spread, it was found that the rice with the highest anthocyanin content was Sangyod rice and has good chemical composition than other types of rice. Therefore, Sangyod rice was chosen to be used in the production of sandwich spread. The type and amount of oil used in the production of sandwich spread is 8% rice bran oil. A result of the analysis of various characteristics, it is found that the sandwich spread has L^* , a^* and b^* were 60.57, 10.02 and 15.77, respectively. Spreadability was 961.79 g.sec. In addition, protein, fat, fiber, ash and total carbohydrates were 9.68, 10.55, 4.56, 3.72, and 48.17 by dry basis, respectively. The water activity (a_w) was 0.97 and the peroxide value was 34.96 meq active oxygen/kg sample and the sensory tests of the products showed high scores of acceptance. Consequently, sandwich spread made from Sangyod rice and using 8% rice bran oil is a guideline for the development of nutritious food products and is beneficial to consumers.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษาการทำแซนวิชสเปรตจากข้าวไทยสีแดง 3 ชนิด (ข้าวจีบ ข้าวมันปู และข้าวสังข์หยด) ศึกษาชนิดของน้ำมัน ได้แก่ น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน และศึกษาปริมาณน้ำมันที่เหมาะสม (6 และ 8 %) ในการผลิตแซนวิชสเปรต ตลอดจนศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรตจากข้าวไทยสีแดง จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรตจากข้าวไทยสีแดง พบว่า ข้าวที่มีปริมาณแอนโทไซยานินรวมทั้งหมดมากที่สุด คือ ข้าวสังข์หยด ประกอบกับมีองค์ประกอบทางเคมีที่ดีกว่าข้าวชนิดอื่น ๆ ดังนั้นจึงเลือกข้าวสังข์หยด เพื่อนำมาใช้ในการผลิตแซนวิชสเปรต สำหรับชนิดและปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการผลิตแซนวิชสเปรต คือ น้ำมันรำข้าว ในปริมาณ 8 % จากการวิเคราะห์คุณลักษณะด้านต่าง ๆ พบว่า แซนวิชสเปรตที่ได้มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 60.57, 10.02 และ 15.77 ตามลำดับ ความสามารถในการแผ่กระจายเท่ากับ 961.79 g.sec นอกจากนี้ยังมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยทั้งหมด เถ้า คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 9.68, 10.55, 4.56, 3.72, และ 48.17 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนค่าแอสคิวติวิตีของน้ำ (a_w) เท่ากับ 0.97 และค่าเพอร์ออกไซด์ เท่ากับ 34.96 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ดังนั้น แซนวิชสเปรตที่ผลิตจากข้าวสังข์หยด และใช้น้ำมันรำข้าวในปริมาณ 8 % จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค

Abstract

The objective of this research is to study the production of sandwich spread from 3 types of Thai red color rice (Jib rice, Red rice and Sangyod rice). To study the types of oil such as rice bran oil, coconut oil and sunflower seed oil. Moreover, to study the suitable oil content (6 and 8%) in the production of sandwich spread and also to study consumer acceptance of sandwich spread products. The physical quality and chemical quality analysis and the sensory evaluation of sandwich spread, it was found that the rice with the highest anthocyanin content was Sangyod rice and has good chemical composition than other types of rice. Therefore, Sangyod rice was chosen to be used in the production of sandwich spread. The type and amount of oil used in the production of sandwich spread is 8% rice bran oil. A result of the analysis of various characteristics, it is found that the sandwich spread has L^* , a^* and b^* were 60.57, 10.02 and 15.77, respectively. Spreadability was 961.79 g.sec. In addition, protein, fat, fiber, ash and total carbohydrates were 9.68, 10.55, 4.56, 3.72, and 48.17 by dry basis, respectively. The water activity (a_w) was 0.97 and the peroxide value was 34.96 meq active oxygen/kg sample and the sensory tests of the products showed high scores of acceptance. Consequently, sandwich spread made from Sangyod rice and using 8% rice bran oil is a guideline for the development of nutritious food products and is beneficial to consumers.

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญเรื่อง	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสเปรด	5
2.2 ข้าวไทย	8
2.3 น้ำมัน	11
2.4 น้ำตาลทราย	16
2.5 น้ำส้มสายชู	17
2.6 มัสตาร์ด	18

2.7	เกลือ	18
2.8	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3	วิธีดำเนินงาน	25
3.1	วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	25
3.2	เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส	26
3.3	สถานที่ดำเนินการทดลอง	26
3.4	บุคลากรที่ใช้ในโครงการ	26
3.5	การวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลสถิติที่ใช้	27
3.6	วิธีการดำเนินการทดลอง	27
บทที่ 4	ผลการทดลองและอภิปรายผล	32
4.1	วิเคราะห์คุณสมบัติของข้าว	32
4.2	ศึกษาชนิดของข้าวไทยที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปูและข้าวสังข์หยด	34
4.3	ศึกษาชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมต่อการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน	37
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	43

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.5	แผนการดำเนินงานโครงการวิจัยมีระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย 1 ปี	4
3.1	แสดงส่วนประกอบของสเปรตสูตรพื้นฐาน	28
4.1	ค่าสีของข้าวทั้ง 3 ชนิด	32
4.2	การเปลี่ยนแปลงความหนืดเมื่อได้รับความร้อน (Pasting Properties)	33
4.3	องค์ประกอบทางเคมีของข้าว (Proximate analysis)	34
4.4	ความชื้น ค่า a_w และค่าสีที่วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Hunter Color Lab	34
4.5	ความข้นหนืด (Viscosity) และความสามารถในการแผ่กระจาย (Spreadability) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer	35
4.6	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของสเปรตสูตรมาตรฐาน	36
4.7	ค่าสีที่วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Hunter Lab	37
4.8	ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) และความสามารถในการแผ่กระจาย (Spreadability)	38
4.9	ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value; PV) ของแซนวิชสเปรตที่ทดแทนด้วยน้ำมัน 3 ชนิด ในปริมาณ 6 % และ 8 %	39
4.10	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแซนวิชสเปรตที่ทดแทนด้วยน้ำมัน 3 ชนิด ในปริมาณ 6 % และ 8 % (Proximate analysis)	40
4.11	ผลการศึกษาการใช้ไขมันมะพร้าว ไขมันรำข้าว และไขมันเมล็ดดอกทานตะวัน เพื่อทดแทนน้ำมันพืชทดแทนในการผลิตสเปรตจากข้าวไทย	41

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	วิธีทำสเปรดจากข้าวไทย	28
4.1	ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability)	35
4.2	การแยกชั้นของน้ำมัน (Oil separation)	38



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งการบริโภคภายในประเทศและส่งออกในตลาดโลก โดยเฉพาะในทวีปเอเชียมีประชากรมากกว่า 95% บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการของข้าว นอกจากจะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก โดยมีมากถึงร้อยละ 70 ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งให้พลังงานที่สำคัญ นอกจากนี้ในเมล็ดข้าวยังประกอบด้วยสารอาหารอื่น ๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน และใยอาหาร (Bhattacharjee et al., 2002; Fresco, 2005) สายพันธุ์ข้าวไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรม เยื่อหุ้มเมล็ด (ผิวข้าวกล้อง) ของข้าวก็มีหลากหลายสี เช่น สีเหลืองนวล สีแดงถึงแดงเข้มและสีม่วงถึงม่วงเข้มจนเกือบดำ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาว (วนิดา จันทรสม, 2560) ช่วยป้องกันมะเร็ง ช่วยชะลอความแก่ ป้องกันความจำเสื่อม บำรุงโลหิต โรคหัวใจเพราะมีกากใยสูงจึงดีต่อระบบขับถ่ายและลำไส้

ข้าวแดง คือ ข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง มีด้วยกันหลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวมันปู ข้าวสังข์หยด และข้าวจีบ เป็นต้น ข้าวมันปูประกอบด้วยสารแคโรทีน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นโปรวิตามินเอสูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยบำรุงสายตา ผิวพรรณ และช่วยชะลอความแก่ สำหรับข้าวสังข์หยดเป็นพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ให้มีเนื้ออ่อนนุ่มมากขึ้น เป็นข้าวพื้นเมืองภาคใต้ปลูกมากบริเวณรอบลุ่มทะเลสาบสงขลา ซึ่งอุดมไปด้วยธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัส มีสรรพคุณช่วยบำรุงโลหิต ส่วนข้าวจีบเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดบุรีรัมย์ มีคาร์โบไฮเดรต โปแทสเซียม และแมกนีเซียมในปริมาณที่สูง และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี (สมหมาย ปติสังข์, 2561) นอกจากนี้ข้าวแดงยังมีในอาซินหรือวิตามินบี 3 ซึ่งช่วยในระบบการไหลเวียนเลือด ลดระดับของคอเลสเตอรอล และมีความจำเป็นต่อระบบประสาทและการทำงานของสมอง สารสีที่พบในข้าวสีแดง – แดงเข้ม คือ beta-carotene, lutein, zeaxanthin, lycopene และแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และยัง

ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งและหลอดเลือด (วนิดา จันทรสม, 2560) คนไทยส่วนใหญ่นิยมนำเอาข้าวมาใช้บริโภคเป็นข้าวสาร ในขณะที่การนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ยังมีน้อยมาก

แซนวิชสเปรดเป็นอาหารเข้าที่รู้จักกันดีของชาวตะวันตกประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนครีมสเปรดและส่วนเนื้อ (ผักดองหรือเนื้อสัตว์) ในส่วนของครีมสเปรดเป็นผลิตภัณฑ์อิมัลชัน (emulsion) ที่มีส่วนผสมของน้ำกับน้ำมันมีลักษณะเป็นแขวนลอย โดยมีน้ำมันพืชและไข่แดงเป็นส่วนผสมหลัก โดยมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก (วรารณ ประเสริฐ, 2555) ทำให้แซนวิชสเปรดมีปริมาณไขมันที่สูง ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพได้ ถ้ารับประทานบ่อยครั้งหรือปริมาณมากเกินไปอาจจะทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคอ้วน ภาวะคอเลสเตอรอลสูง เป็นต้น

ในปัจจุบันผู้คนเริ่มหันมาให้ความสนใจในเรื่องการใส่ใจสุขภาพมากขึ้น ดังนั้นผู้จัดทำได้เล็งเห็นว่าข้าวไทยสีแดงก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีทั้งคุณประโยชน์ มีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย และเพื่อส่งเสริมเกษตรกรผู้ปลูกข้าวให้มีความหลากหลายมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาชนิดของข้าวไทยสีแดงที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปู และข้าวสังข์หยด

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมต่อการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน

1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรดจากข้าวไทยสีแดง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษาการทำสเปรดจากข้าวไทยสีแดง ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปู และข้าวสังข์หยด และชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมเพื่อสุขภาพ วิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ สี ความสามารถในการแผ่กระจาย

ความชื้นหนืด และทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ค่าแอกติวิตีของน้ำ (a_w) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด กราฟีน โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ค่าเพอร์ออกไซด์ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบถึงชนิดข้าวที่เหมาะสมในการในการทำแปรรูปจากข้าว
- 1.4.2 เพื่อเพิ่มความหลากหลายของการนำข้าวไทยมาแปรรูป
- 1.4.3 ตีพิมพ์บทความวิจัยหรือเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยให้ผู้สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์



1.5 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

แผนการดำเนินงานโครงการวิจัยมีระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย 1 ปี ซึ่งมีแผนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลา/เดือน											
	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุดิบในการทำวิจัย	←→											
ศึกษาชนิดของข้าวไทยที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปู และข้าวสังข์หยด			←→									
ศึกษาชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมต่อการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน					←→							
เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรดจากข้าวไทยสีแดง								←→				
สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงาน										←→		

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสเปรด

2.1.1 สเปรด

แซนด์วิชสเปรดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำมันพืชหรือน้ำมันพืชผสมไข่แดงให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผสมผักดอง ปรงแต่งรสด้วยน้ำส้มสายชูหรือน้ำมันมะนาวและส่วนประกอบอื่นอาจผสมแป้งสุกหรือเนื้อสัตว์ลงไป ใช้สำหรับปรงแต่งรสอาหาร มีลักษณะเหลวค่อนข้างข้น ขึ้นของเนื้อสัตว์และผักกระจายอยู่สม่ำเสมอ มีกลิ่นรสตามส่วนประกอบที่ใช้ทำ (นิธิยา รัตนูปนันท, 2551, หน้า 11)

2.1.2 อิมัลซิไฟเออร์

หน้าที่ของอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์หรืออิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) หรือ (surface-active agent) เป็นตัวช่วยลดแรงตึงระหว่างผิวของน้ำกับของเหลวอินทรีย์ที่ไม่รวมกับน้ำโดยลดแรงตึงระหว่างผิวลงจาก 30-50 ไดน์ต่อเซนติเมตร เป็น 0 - 10 ไดน์ ต่อเซนติเมตร แต่การลดแรงตึงระหว่างผิวลงอาจไม่สามารถทำให้อิมัลชันคงตัวได้เสมอไป

อิมัลชันส่วนใหญ่ที่พบในอาหารเป็นน้ำผสมกับน้ำมัน น้ำเป็นโพลาร์และน้ำมันเป็นอะโพลาร์ คือไม่มีขั้ว ส่วนอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ในโมเลกุลจะมีลักษณะพิเศษ คือมี 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นโพลาร์สามารถละลายได้ในน้ำและอีกส่วนหนึ่งเป็นอะโพลาร์สามารถละลายได้ในอนุภาคน้ำมัน ทำให้โมเลกุลหันเหและถูกดูดซับแทรกตัวอยู่ในระหว่างผิวของน้ำกับอนุภาคน้ำมันเพื่อลดแรงตึงผิวของอนุภาคน้ำมัน ลักษณะการหันเหของโมเลกุลอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์จะผันแปรไปตามชนิดของอิมัลชัน

2.1.2.1 อิมัลชันชนิดในน้ำ สามารถทำให้มีความคงตัวอยู่ได้ โดยใช้ได้วิธีหนึ่ง ดังนี้

1) ทำให้มีชั้นของบรรจุไฟฟ้าอยู่ที่ผิวของอนุภาคน้ำมันในอาหารที่เป็นอิมัลชัน บรรจุไฟฟ้าเหล่านี้มักเกิดขึ้นจากการดูดซับเอาพวกอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ไว้ที่ผิว

2) ทำให้มีการเกิดฟิล์มของโปรตีนหรือ surface-active agent อื่นๆ รอบๆ หยดน้ำมันฟิล์มเหล่านี้จะมีผลต่อหยदन้ำมันฟิล์มบางชนิด เกิดขึ้นจากสารประกอบหลายๆชนิดถูกดูดซับอยู่ที่ผิวระหว่างน้ำและน้ำมัน เช่น ฟิล์มที่ล้อมรอบอนุภาคน้ำมันในน้ำนมเป็นฟิล์มที่ซับซ้อน (complex film) ของสารประกอบหลายชนิด ได้แก่ ฟอสโฟลิพิด คอเลสเทอรอล สเตอรอยด์และ

โปรตีน รวมกันทำให้อนุภาคไขมันในน้ำมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ ได้เป็นอิมัลชันที่คงตัวอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่นิยมใช้กับ w/o อิมัลชัน ได้แก่ แคลเซียมโอเลเอตและคอเลสเทอรอล ส่วนอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ที่นิยมใช้กับ w/o อิมัลชัน ได้แก่ โปรตีน เดกซ์ทริน เลซิทีน โมโนและไดกลีเซอไรด์ ในการทำน้ำสลัด เช่น มายองเนส นิยมใส่ไข่แดงลงไป เลซิทีนในไข่แดงจะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ ช่วยทำให้มายองเนสมีความคงตัวมากขึ้น

3) ทำให้มีความหนืดสูง ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันอีกอย่างหนึ่งคือ ความหนืด การทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้นโดยการเติมพวกกัมหรือสารเพิ่มความหนืด (thickener) ลงในอิมัลชัน เพื่อเพิ่มความหนืดให้กับสารละลาย จะทำให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนตัวได้ช้าลง มี Brownian movement ลดลง ทำให้อนุภาคคอลลอยด์ไม่มีโอกาสที่จะรวมตัวกันได้และไม่มีโอกาสเกิดการแยกตัวจะทำให้อิมัลชันคงตัวได้ดีขึ้น (นิธิยา รัตนูปนธ์, 2551, หน้า 13)

2.1.3 อิมัลชัน

ระบบคอลลอยด์ (colloid) ที่ประกอบด้วยเหลวตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งปกติไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำกับน้ำมัน ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้โดยไม่แยกชั้น โดยของเหลวส่วนหนึ่งแตกตัวเป็นหยดเล็กๆ เรียกว่า วัฏภาคภายใน หรือ ส่วนที่กระจายตัว (internal or dispersed phase) ซึ่งจะกระจายตัวแทรกอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า วัฏภาคภายนอก (external or continuous phase) ส่วนที่ต่อเนื่อง

2.1.3.1 อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water emulsion, O/W) มีน้ำมันเป็นวัฏภาคภายใน และน้ำเป็นวัฏภาคภายนอก เช่น นม (milk) ซอสกาดู หรือวิธีทดสอบอิมัลชันประเภทนี้คือสามารถทำให้เจือจางได้ด้วยการเติมน้ำ มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) สูงกว่า ผสมได้กับสีชนิดที่ละลายน้ำ (water soluble dye)

2.1.3.2 อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water-in-oil emulsion, W/O) มีน้ำเป็นวัฏภาคภายในและน้ำมันเป็นวัฏภาคภายนอก เช่น เนย (butter) มายองเนส (mayonnaise) น้ำสลัด (salad dressing) ไส้กรอก (sausage) ซอสกาดู หรือวิธีทดสอบอิมัลชันประเภทนี้คือ สามารถทำให้เจือจางได้ด้วยการเติมน้ำมัน มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ต่ำกว่า ผสมได้กับสีชนิดที่ละลายน้ำมัน (oil soluble dye) (นิธิยา รัตนูปนธ์, 2551, หน้า 14)

2.1.4 ออกซิเดชัน

การเกิดออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจนกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอิสระหรือที่เป็นองค์ประกอบของโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในลิพิดหรืออาหารที่มีไขมัน ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องเมื่อไขมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ อัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ ซึ่งมีกลไกการเกิดได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- Initiation เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ เกิดกับกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่ ซึ่งไม่แข็งแรงไวต่อปฏิกิริยา โดยเริ่มต้นที่คาร์บอนที่ตำแหน่งพันธะคู่สูญเสียไฮโดรเจนอะตอม ซึ่งเกิดจากการกระตุ้นด้วยแสง รังสี โลหะ ทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระ ไฮโดรเจนคาร์บอน

- Propagation เป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ ทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวใหม่ได้ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (ROOH)

- Termination เป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นอนุมูลอิสระ เช่น แอลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ แอลเคน และกรดอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดสี กลิ่นและรสชาติผิดปกติของน้ำมันและไขมัน

2.1.4.1 การเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว

ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว จะเกิดขึ้นภายหลังการเกิด Initiation (เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ) และปฏิกิริยาจะเกิดอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดอนุมูลอิสระต่างๆ เช่น หากมีการเติมออกซิเจนจะทำให้เกิดอนุมูลเปอร์ออกซี ซึ่งเมื่อไปดึงเอาไฮโดรเจนมาจากโมเลกุลของกรดไขมันโมเลกุลใหม่ จะทำให้ได้ไฮโดรเปอร์ออกไซด์และเกิดอนุมูลอิสระขึ้นใหม่ จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนใหม่และปฏิกิริยาจะเกิดวนเวียนซ้ำๆ เช่นนี้เรื่อยไป

ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ เป็นโปรดักต์เริ่มต้นของลิพิดออกซิเดชันและสารนี้จะไม่คงตัว จึงเกิดปฏิกิริยาต่อไป โดยการสลายตัวหรือทำปฏิกิริยากับสารอื่น ทำให้เกิดสารประกอบชนิดใหม่ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน ทำให้เกิดสารให้กลิ่นและมีผลต่อคุณค่าทางชีวภาพ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2551, หน้า 14)

2.2 ข้าวไทย

2.2.1 ข้าวสังข์หยด

พันธุ์ข้าวที่ได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถในรัชกาลที่ 9 ทรงมีพระราชดำริเมื่อปี พ.ศ. 2543 ให้โครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริฯ จังหวัดพัทลุง ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ได้ดำเนินการปลูกข้าวพันธุ์สังข์หยด ในพื้นที่แปลงนา ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ต่อมา เมื่อวันที่ 24 กันยายน 2546 สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถเสด็จไปยังฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริ จังหวัดพัทลุง ครั้นนั้น ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ถวายข้าวสังข์หยด ซึ่งทรงนำมาเสวยทรงรับสั่งว่าอร่อยทรงโปรดให้นำข้าวสังข์หยดกลับมาปลูกใหม่เพื่อเผยแพร่ และรักษาพันธุ์ข้าว ต่อมาในวโรกาสเฉลิมพระชนมพรรษา 72 พรรษา ทรงโปรดให้นำเมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยดเผยแพร่กับประชาชนที่ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ และในปี พ.ศ. 2548 ศูนย์ศิลปาชีพได้นำข้าวสังข์หยดมาแนะนำ และเผยแพร่ในงานจำหน่ายผลิตภัณฑ์ศิลปาชีพ ในวันที่ 15-31 กรกฎาคม พ.ศ. 2548

จังหวัดพัทลุง เมืองอู่น้ำของชาวใต้มาแต่โบราณ เป็นแหล่งเพาะปลูกข้าวที่สำคัญ เพื่อเลี้ยงคนในพื้นที่และจังหวัดต่างๆในภาคใต้ ด้วยเหตุแห่งความอุดมสมบูรณ์ทางด้านภูมิศาสตร์ วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งปลูกฝังคู่กับเมืองพัทลุงมาเป็นเวลานานพันธุ์ข้าวพื้นเมืองภาคใต้หลากหลายพันธุ์ จึงมีถิ่นกำเนิดจากเมืองพัทลุงแห่งนี้ ข้าวพันธุ์สังข์หยด ข้าวพื้นเมืองภาคใต้เป็นพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในเขตเพาะปลูกเมืองพัทลุง จากเอกสารหลักฐานบัญชีรายชื่อข้าวที่รวบรวมจากท้องถิ่นต่างๆทั่วประเทศ โดยกองบำรุงพันธุ์ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรได้รวบรวม เมื่อปี พ.ศ. 2495 – 2496 เก็บจากอำเภอเมืองจังหวัดพัทลุงดังนั้นจึงเป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกกันมานานไม่ต่ำกว่า 50 ปี และปัจจุบันยังคงปลูกอยู่ในจังหวัดพัทลุง ข้าวพันธุ์สังข์หยดมีลักษณะแตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่น คือ ข้าวสารหรือข้าวกล้องที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาวปนสีแดงจางๆ จนถึงสีแดงเข้มในเมล็ดเดียวกันเมื่อข้าวหุงสุกมีความนุ่มมากและยังคงนุ่มอยู่เมื่อเย็นตัวลง

และเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2549 ข้าวสังข์หยดพัทลุงยังได้รับคำประกาศรับรองให้เป็น “สินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์” หรือข้าวจีไอ (GI) ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ.2546 โดยใช้ชื่อว่า “ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง” นับเป็นข้าวจีไอพันธุ์แรกของประเทศไทยซึ่งชาวนาพัทลุงต่างภูมิใจอย่างยิ่งที่ได้รับการดกภูมิปัญญาของบรรพบุรุษไว้ได้จนถึงวันนี้ และได้รับการคุ้มครองสิทธิให้แก่ชุมชนผู้ผลิตข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงอีกด้วย ข้าวสังข์หยดมีใยอาหารอยู่ในปริมาณมาก เส้นใยอาหารเหล่านี้มีประโยชน์ต่อร่างกายคือ เส้นใยอาหารในข้าวกล้องเป็นเส้นใยที่ละลายน้ำได้ มี

คุณสมบัติลดโคเลสเตอรอลชนิดไม่ดี (LDL) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ นอกจากนี้จะมีกากใยสูงแล้ว ข้าวสาลีหยาบเมืองพัทลุงยังมีกรดโฟลิกที่มีประโยชน์ต่อหัวใจและอุดมไปด้วยโพแทสเซียมที่ช่วยควบคุมความดันโลหิต มีวิตามินอีสูงมากกว่าข้าวชนิดอื่นๆ ซึ่งวิตามินอีเป็นที่รู้กันดีว่าช่วยในเรื่องการชะลอวัย เรื่องผิวพรรณ และความกระจำใสของผิว มีโปรตีน เหล็ก และฟอสฟอรัสมากกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ซึ่งสารอาหารเหล่านี้ ช่วยในเรื่องการไหลเวียนของเลือด ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งและแข็งแรงและยังช่วยป้องกันโรคความจำเสื่อมด้วย (วิตามินอีในข้าวสาลีหยาบเมืองพัทลุงคือสารแกมมาโอไรซานอลและสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ) มีไนอาซินสูง (B3) ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบผิวหนังและประสาท ถ้าขาดวิตามินนี้จะทำให้เกิดโรค "pellagra" ทำให้มีอาการผิดปกติทางระบบประสาท ความจำเสื่อม ทำให้ผิวหนังที่ถูกแสงแดดอักเสบเป็นผื่นแดงและลอก สีแดงของข้าวสาลีหยาบยังเป็นรงควัตถุประเภทฟลาโวนอยด์ชนิดแอนโธไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งช่วยชะลอความชราและลดความเสี่ยงในการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดตีตัน โรคระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ โรคเหน็บชา โรคอัมพฤกษ์ และการรับประทานข้าวสาลีหยาบเมืองพัทลุงมีสรรพคุณช่วยลดโอกาสในการเป็นโรคมะเร็งได้เป็นอย่างดี (ข้าวสาลีหยาบเมืองพัทลุง, ออนไลน์, 2561)

2.2.2 ข้าวมันปู

เป็นข้าวพันธุ์หนึ่งที่มีเยื่อหุ้มเปลือกข้าวเป็นสีแดงแบบสีมันปู จัดเป็นข้าวกล้องหรือข้าวซ้อมมือชนิดหนึ่ง มีไขมันในปริมาณเดียวกับข้าวกล้อง ซึ่งสูงกว่าข้าวขัดสีประมาณเท่าหนึ่ง มีสารที่เรียกว่าเคโรทีนที่จะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอในร่างกายสูงกว่าข้าวขัดสี ชาวจีนเรียก ข้าวแดง หรือชื่อพื้นเมือง อั้งคัก นอกจากเป็นข้าวยังผลิตออกมาในรูปยีสต์สีแดงใช้ประกอบอาหารและเป็นสมุนไพรรักษาโรค บำรุงเรณำข้าวแดงเมืองจีนหรืออั้งคักมาเป็นส่วนผสมอาหารเพื่อให้สีแดง เช่น เต้าหู้ยี้ หมูแดง เนื้อแดง

มีการเทียบสารอาหารพบว่าคุณประโยชน์สูงกว่าข้าวขัดสีขาว สารอาหารที่มีอยู่ในข้าวแดงก็มี แป้ง ไขมัน โปรตีน ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็กในปริมาณที่สูงอย่างมาก ทองแดง วิตามินเอ วิตามินบี บี 2 วิตามินซี สรรพคุณ ป้องกันโรคหัวใจ ป้องกันโรคแขนขาไม่มีกำลังวังชา รักษาอาการมือเท้าบวมมีผื่นขึ้น ป้องกันโรคนอนไม่หลับ รักษากระเพาะอาหารที่ไม่ปกติ มีลมในท้องและลำไส้ โดยเฉพาะคนชรารับประทานข้าวแดงได้บ่อยครั้งก็จะดีอย่างมาก แต่เนื่องจากข้าวแดงย่อยยาก นำไปต้มเป็นข้าวต้มจะดีกว่า ทั้งเป็นอาหารเพิ่มเลือดที่ดีมากสำหรับผู้หญิงที่เป็นโรคโลหิตจาง สำหรับข้าวสีดำ สีแดง สีม่วง กลุ่มสีเหล่านี้เกิดจากสารที่มีชื่อว่า แอนโธไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งมีฤทธิ์ออกซิ

เดซันช่วยในการหมุนเวียนโลหิต และชะลอความเสื่อมของเซลล์ร่างกาย คือ มีกลุ่มต้านสารอนุมูลอิสระสูง ป้องกันไม่ให้อนุมูลอิสระไปทำลายเซลล์ ช่วยยับยั้งไม่ให้เลือดจับกันเป็นก้อน จึงช่วยลดอัตราการเกิดโรคหัวใจ เส้นเลือดอุดตันในสมอง ปัจจุบันมีการนำข้าวมีสีเหล่านี้มาเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางและรูปแบบของเครื่องสำอางมากขึ้น มีการสกัดเอาน้ำมันมาใช้ในการปรุงอาหารสำหรับผู้ป่วยหรือบรรจุในแคปซูลให้เสริมอาหารสำหรับผู้ขาดวิตามินอี แต่ถ้าจะกินข้าวให้ได้ประโยชน์เป็นทั้งอาหารและยา ก็ควรหุงหรือนึ่งแทนข้าวขัดขาวที่เรากินอยู่ทุกวันจะได้ประโยชน์มาก นอกจากนี้ยังมีกลุ่มสารแกมมาออไรซานอล (gamma oryzanol) ที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนในร่างกาย ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต สร้างภูมิคุ้มกันและบำบัดโรคเรื้อรังต่างๆ ได้ เช่น โรคความจำเสื่อม มะเร็งเบาหวาน หัวใจ อัมพฤกษ์ ความดันโลหิตสูง รวมถึงโรคในระบบประสาทต่างๆ ช่วยให้จิตใจสงบและนอนหลับ (บริบูรณ์ สัมฤทธิ์, 2542, หน้า 10)

2.2.3 ข้าวจีบ

ข้าวพันธุ์พื้นเมืองหรือที่เรียกกันว่า "ข้าวจีบ" ข้าวที่ชาวบ้านบ้านลุ่มทอง ตำบลหนองโสน อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ เพาะปลูกไว้บริโภคมาตั้งแต่สมัยปู่ย่าตายาย สืบทอดต่อกันมาจนถึงปัจจุบัน แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากนัก และยังไม่มีการนำไปวิจัยขยายพันธุ์ในการเพาะปลูกยังถิ่นอื่น สำหรับข้าว จีบถือเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองของบ้านลุ่มทองและเป็นข้าวสายพันธุ์พิเศษ มีลักษณะเมล็ดยาว เรียว หุงขึ้นหม้อ ไม่แตกต่างจากข้าวสายพันธุ์อื่นที่ขึ้นชื่อ ที่สำคัญพันธุ์ข้าวจีบยังสามารถทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับเพาะปลูกในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดอื่นๆ ที่ประสบปัญหาภัยแล้งซ้ำซาก ทั้งนี้ด้วยคุณลักษณะพิเศษของข้าวจีบ จึงได้รับความสนใจจากศูนย์พันธุ์ข้าวพิมาย จังหวัดนครราชสีมา วิทยาการของศูนย์มาให้ความรู้แก่เยาวชนและชาวบ้านบ้านลุ่มทอง โดยการแนะนำให้ชาวบ้านช่วยกันคัดเมล็ดพันธุ์ข้าวจีบ ให้เป็นพันธุ์ข้าวบริสุทธิ์ เพื่อเป็นการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวพื้นเมืองของชุมชน ก่อนจะนำไปปลูกโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีผลการตรวจพบว่า ข้าวจีบมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทั้งในด้านพลังงานไฟเบอร์และวิตามินบี 1 เมื่อเทียบกับพันธุ์ข้าว กข 15 ที่นิยมบริโภคในปัจจุบัน เมื่อ 10 ปีที่แล้ว ข้าวจีบจะเป็นที่รู้จักเพียงแคในเขตพื้นที่อำเภอนางรองเท่านั้น เคยมีชาวบ้านนำข้าวจีบไปจำหน่ายในเขต อ.หนองกี่ แต่ก็ไม่มีใครรับซื้อเพราะไม่มีใครรู้จัก แต่ปัจจุบันเริ่มมีคนรู้จักและมีการรับซื้อแพร่หลายมากขึ้นในพื้นที่อำเภอใกล้เคียง สำหรับลักษณะของต้นข้าวจีบ ช่วงแรกๆ จะไม่ค่อยเจริญเติบโตมากนัก แต่พอช่วงระยะตั้งท้องหรือออกรวง ต้นข้าวจะเริ่ม

ทรงตัวและเจริญเติบโตเร็วขึ้น ลำต้นจะโน้มไปในทิศทางเดียวกัน พอเก็บเกี่ยวเสร็จแล้วนำไปสีเป็นข้าวสาร เมล็ดจะยาวเรียวยาว เป็นสีแดงเข้ม ลักษณะคล้ายกับข้าวกล้อง

เป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวสีแดงถึงน้ำตาลเข้มและเป็นข้าวพื้นเมืองโบราณมีอายุมากกว่า 100 ปี ปลูกเฉพาะในพื้นที่อำเภอนางรองเท่านั้น เนื่องจากเดิมอำเภอนางรองมีภูเขาไฟที่ดับสนิทแล้วอยู่ 3 ลูก คือ ภูเขาไฟหลุบ ภูเขาไฟเขาสังคาร และภูเขาไฟพนมรุ้ง ที่เป็นสถานที่ท่องเที่ยวอันลือชื่อของจังหวัดบุรีรัมย์ ดังนั้นดินที่เกิดจากภูเขาไฟดับแล้วจึงมีแร่ธาตุอุดมสมบูรณ์ ชาวบ้านลิมทองจึงได้ปลูกและอนุรักษ์พันธุ์ข้าวจีบโบราณนี้ไว้ โดยไม่ผ่านการตกแต่งทางพันธุกรรม ปลูกด้วยวิธีเกษตรอินทรีย์ เพราะข้าวจีบเป็นข้าวที่ปลูกง่าย ต้านทานโรคได้ดี โตแข็งแรง ต้นสูง กอใหญ่ เมล็ดเรียวยาว มีกลิ่นหอม หุงขึ้นหม้อ และยังสามารถแปรรูปได้หลากหลายชนิด ตั้งแต่ขนมไทยและอาหารไทยโบราณ เช่น ขนมครก ขนมดอกจอก ขนมฝักบัว ขนมข้าวตอก ขนมข้าวตัง อีกทั้งยังทำเป็นเส้นหมี่โบราณได้อีกด้วย ข้าวจีบสามารถพัฒนาต่อยอดเป็นขนมและอาหารสู่ตลาดสากลได้อีก อาทิเช่น ขนมคุกกี้ ข้าวอบกรอบ และน้ำข้าวกล้องงอก เป็นต้น มีคุณประโยชน์เหมือนกับข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือ คือเป็นข้าวที่ผ่านการขัดสีน้อย จมูกข้าวยังอยู่ทำให้มีสารอาหารในเมล็ดข้าวครบถ้วน เมื่อเรารับประทานเข้าไปย่อมเกิดประโยชน์ต่อร่างกายมากกว่าข้าวขาวธรรมดาอย่างแน่นอน และข้าวจีบยังมีสรรพคุณช่วยป้องกันโรคเหน็บชา โรคเบาหวาน โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากเป็นข้าวที่มีไฟเบอร์สูงกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆและยังช่วยบำรุงระบบประสาทได้อีกด้วย (บริบูรณ์ สัมฤทธิ์, 2542, หน้า 12)

2.3 น้ำมัน

2.3.1 น้ำมันมะพร้าว

น้ำมันมะพร้าวเป็น non-drying oil (น้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่า 120 เป็นน้ำมันที่ไม่เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรซ์ได้มาก) โดยสกัดได้จากเนื้อมะพร้าวแห้งซึ่งเรียกว่า copra มีน้ำมันประมาณ 63-68 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 4-7 เปอร์เซ็นต์ ใช้วิธีการบีบแยกเอาน้ำมันออกมา น้ำมันมะพร้าวมีสมบัติแตกต่างจากน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ คือ ประกอบด้วย กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนน้อย น้ำหนักโมเลกุลต่ำ กรดไขมันที่มีปริมาณมาก ได้แก่ กรดลอริก (lauric acid) สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกรดไขมันชนิดอื่นๆประกอบด้วย กรดไมริสติก (myristic acid) 18 เปอร์เซ็นต์ กรดปาล์มิติก (palmitic acid) 9.5 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก (oleic acid) 8.2 เปอร์เซ็นต์ กรดคาไพริก (caprylic acid) 7.8 เปอร์เซ็นต์ กรดคาพริก (capric acid) 7.6 เปอร์เซ็นต์ และกรดสเตียริก (stearic acid) 5

เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำมันมะพร้าวเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่าอุณหภูมิห้องเล็กน้อย บางครั้งเรียกน้ำมันมะพร้าวว่า lauric acid oil มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 24 -27 องศาเซลเซียส

น้ำมันมะพร้าวนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม เช่น ทำเนยเทียม เนยขาว น้ำมันทอดอาหาร ผลิตภัณฑ์ขนมอบและใช้ในอุตสาหกรรมทำสบู่และผงซักฟอก น้ำมันมะพร้าวที่ขายอยู่ในตลาดทั่วไปจะเป็นชนิด 76 oil และ 92 oil ตัวเลขนี้หมายถึง ค่า wiley melting point เป็นองศาฟาเรนไฮต์ เช่น 76 oil เป็นน้ำมันมะพร้าวที่ไม่ผ่านการไฮโดรจิเนชัน แต่ถ้าเป็น 92 oil เป็นน้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการไฮโดรจิเนชันเพียงบางส่วน หากเป็น fully hardened oil ซึ่งเกิดการไฮโดรจิเนชันอย่างสมบูรณ์จะเป็น 110 oil น้ำมันมะพร้าวชนิดที่ไม่ผ่านการไฮโดรจิเนชันจะใช้เป็นส่วนผสมของสารเคลือบผิว (coating) สำหรับไอศกรีมแท่ง เพราะมันแข็งตัวเมื่ออยู่ในรูปแท่งที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อกินเข้าไปในปากจะละลายอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกาย น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ทนทานต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันมาก เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยมาก ซึ่งสมบัตินี้ทำให้น้ำมันมะพร้าวถูกนำไปใช้ประโยชน์มากโดยเฉพาะใช้ทอดถั่วและอาหารขบเคี้ยวต่างๆ ที่ต้องการอายุการเก็บรักษานาน นอกจากนั้นกรดไขมันที่มีโมเลกุลต่ำในน้ำมันมะพร้าว ยังช่วยทำให้น้ำมันมะพร้าวมีความหนืดต่ำกว่าน้ำมันชนิดอื่น ทำให้ไม่รู้สึกเป็นน้ำมัน (greasy) เมื่ออยู่ในปากและยังใช้เป็น spray coating พวกรั้วพืชและ cracker เป็นต้น น้ำมันมะพร้าวที่ผ่านการไฮโดรจิเนชันใช้ประโยชน์แทนเนยได้ในการทำ confectioner's hard butter การใช้น้ำมันมะพร้าวก็นิยมใช้จำกัดเพราะน้ำมันมะพร้าวเมื่อเกิดการไฮโดรไลซิสเพียงเล็กน้อยจะทำให้มีกรดไขมันอิสระเกิดขึ้น ซึ่งมีกลิ่นแรงและเหม็นคล้ายสบู่ การเกิดไฮโดรไลซิสนี้จะเกิดอย่างช้าๆเมื่อมีความชื้นและจะเกิดเร็วขึ้นหากมีเอนไซม์ไลเปสปนอยู่ด้วย น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันที่พบมากคือ กรดลอริก กรดไมริสติก และกรดปาล์มิติก ทำให้มีไตรเอซิสกลีเซอรอลชนิด trisaturated glyceride 84 เปอร์เซ็นต์ disaturated 12 เปอร์เซ็นต์ และ monosaturated 4 เปอร์เซ็นต์ (นิธิยา รัตนานนท์. 2548, หน้า 22)

น้ำมันมะพร้าวอุดมไปด้วยวิตามินและสารต้านอนุมูลอิสระ เป็นแหล่งของกรดไขมันอิ่มตัวสายปานกลาง (Medium Chain Fatty Acid : MCFA) กรดไขมันสายปานกลางในน้ำมันมะพร้าวนั้น หลังจากบริโภคเข้าไปแล้วจะถูกเผาผลาญหมดทันทีเพื่อสร้างพลังงาน โดยไม่ถูกเปลี่ยนเป็นไขมันหรือคอเลสเตอรอล จึงไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และยังไม่ทำให้โปรตีนในเลือดที่เรียกว่าเกล็ดเลือด (platelets) จับตัวเหนียวเป็นก้อน ซึ่งเป็นสาเหตุอีกอย่างหนึ่งของโรคไขมันอุดตันในเส้น

เลือดและโรคหัวใจ กรดไขมันที่มีมากที่สุดในน้ำมันมะพร้าว ได้แก่ กรดลอริก (lauric acid) มีคุณสมบัติเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้แข็งแรง รวมทั้งมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส และเชื้อรา ลดโอกาสเสี่ยงต่อการรับอนุมูลอิสระอันเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง โดยพบว่าน้ำมันมะพร้าวมีปริมาณกรดชนิดนี้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันจากพืชชนิดอื่นๆ (คมสัน หุตะแพทย์, 2548, หน้า 7-8)

สำหรับมาตรฐานของน้ำมันมะพร้าวกำหนดไว้ดังนี้

ความถ่วงจำเพาะ (25/16.5 องศาเซลเซียส)	0.917 - 0.919
ค่าการหักเหของแสง (40 องศาเซลเซียส)	1.448 - 1.450
ค่าไอโอดีน (Wijs)	7.5 - 10.5
ค่าซาฟอนิฟิเคชัน	250 - 264.00
สารที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่าง (เปอร์เซ็นต์)	< 0.5
ไทเตอร์ (องศาเซลเซียส)	20 - 24
Reichert - Meissl value	6 - 8
Polenske value	15 - 18

2.3.2 น้ำมันรำข้าว

รำข้าวมีประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าว มีลิกนินประมาณ 9-22 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ยประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์) น้ำมันรำข้าวมีความสำคัญมากเพราะข้าวเป็นพืชที่มีผลผลิตมากที่สุดในโลก น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันอิสระสูงมาก เพราะรำข้าวมีเอนไซม์ไลเปสสูงมาก เมื่อนำรำข้าวใหม่มาสกัดน้ำมันออก จะมีกรดไขมันอิสระประมาณ 4-6 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเก็บรำข้าวปล่อยทิ้งไว้ค่าความเป็นกรด (acid value) ของน้ำมันรำข้าวจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณชั่วโมงละ 1 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันรำข้าวที่มีค่าความเป็นกรดสูงมากๆ ไม่สามารถนำมาทำรีไฟน์ (refining) ให้บริสุทธิ์เพื่อใช้บริโภคได้ นอกจากนี้ในน้ำมันรำข้าวยังมีแวกซ์และสารที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่าง แต่ น้ำมันรำข้าวมีความคงตัวต่อการออกซิเดชันเพราะมีวิตามินอีเป็นสารต้านทานออกซิเดชันที่มีอยู่ในน้ำมันตามธรรมชาติสูงด้วย น้ำมันรำข้าวประกอบด้วย กรดไขมันชนิดอิ่มตัวประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว 80-25 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรดไขมันชนิดต่างๆ ดังนี้ กรดไมริสติก (myristic acid) 0.4-1 เปอร์เซ็นต์ กรดปาล์มมิติก (palmitic acid) 12-16 เปอร์เซ็นต์ กรดสเตียริก

(steric acid) 1-3 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมัน C 20 - C 22 เปอร์เซ็นต์ ชนิดอิ่มตัว 1 เปอร์เซ็นต์ กรดโอเลอิก (oleic acid) 40-50 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) 29-42 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลนิกน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดปาล์มมิโตเลอิก 0.2-0.4 เปอร์เซ็นต์

น้ำมันรำข้าวยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสูงถึง 44 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งจะช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีและเพิ่มคอเลสเตอรอลที่ดี และด้วยปริมาณกรดไขมันที่สมดุลนี้เอง องค์การอนามัยโลก สมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ จึงแนะนำว่าเป็นน้ำมันที่เหมาะสมแก่การบริโภค นอกจากกรดไขมันแล้วยังมีวิตามินและสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกายอีกหลายชนิด ทั้งวิตามินอี โอรีซานอล โทโคไตรอีนอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและช่วยในเรื่องของคอเลสเตอรอลในร่างกายอีกด้วย (นิธิยา รัตนูปนันท, 2548, หน้า 18)

สำหรับมาตรฐานของน้ำมันรำข้าวกำหนดไว้ดังนี้

ความถ่วงจำเพาะ (25/25 องศาเซลเซียส)	0.910 - 0.921
ค่าการหักเหของแสง (25 องศาเซลเซียส)	1.470 - 1.473
ค่าไอโอดีน (Wijs)	99 - 108
ค่าซาฟอนิฟิเคชั่น	181 - 189
สารที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่าง (เปอร์เซ็นต์)	3 - 5
ไทเตอร์ (องศาเซลเซียส) (จุดแข็งตัว)	24 - 28
ค่าความเป็นกรด	4 -120

2.3.3 น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน

น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน (sunflower seed oil) เป็นน้ำมันพืชที่สกัดจากเมล็ดของดอกทานตะวัน (sunflower) น้ำมันดอกทานตะวันมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในระดับปานกลาง โดยเฉพาะกรดกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดที่จำเป็น (essential fatty acid) ในกลุ่มโอเมกา 6 ปริมาณสูง เป็นน้ำมันที่ดีต่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของวิตามินอี (vitamin E) หรือโทโคฟีรอล โดยเฉพาะแอลฟา-โทโคฟีรอลที่ดี โดยพบในปริมาณ 45 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันไม่ใช่ไขที่อุณหภูมิห้องแต่ถ้าผ่านความร้อนอุณหภูมิสูงมากจะเกิดอนุมูลอิสระได้ง่าย จึงเหมาะกับการปรุงอาหารที่ใช้ความร้อนปานกลาง เช่น การปรุงอาหารประเภทผัดหรือที่ใช้ความร้อนสูงในเวลาไม่นานนัก แต่ไม่เหมาะที่ใช้เป็นน้ำมันสำหรับการทอด (frying) น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน

ยังนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เนยเทียม (margarine) น้ำมันสลัดและกากเมล็ดทานตะวัน หลังจากสกัดน้ำมันแล้วจะมีโปรตีนร้อยละ 30-40 นำไปเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ (การเลือกใช้ น้ำมันในการประกอบอาหาร, ออนไลน์, 2561)

น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นเฉพาะซึ่งสามารถกำจัดออกได้โดยใช้วิธีการกำจัด กลิ่น องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันประกอบด้วย กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ประมาณ 8.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกรดโอเลอิก (oleic acid) เป็นส่วนใหญ่ มีกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) 4-8 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดลิโนเลอิกน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ มีกรด ไขมันชนิดอิ่มตัว (saturated fatty acid) ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันที่ผ่านมา การรีไฟน์ (refining) แล้วจะมีค่าไอโอดีน 130 ค่าหักเหของแสง 1.4599 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่าซาฟอนิฟิเคชัน 190 ความหนาแน่น 0.897 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ไตเตอร์ 18 องศาเซลเซียส มีสารที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่าง 0.8 เปอร์เซ็นต์

ในเมล็ดดอกทานตะวันนั้นยังอุดมไปด้วยน้ำมันและวิตามินอี น้ำมันที่ได้จากเมล็ดทานตะวันจะมี กรดไลโนเลอิกสูงถึง 44-75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความจำเป็นต่อร่างกาย สามารถป้องกันการแข็งตัวของ เลือดในหลอดเลือด ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ส่วนวิตามินอีจะทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คอยดักจับและทำลายของเสียที่จะมาทำลายเซลล์ต่างๆ ช่วยให้ผิวพรรณเต่งตึง ลดไขมันในเส้นเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา ป้องกันการเป็นหมัน การแท้ง และยังป้องกันเนื้อเยื่อปอดถูก ทำลายจากอากาศ นอกจากนี้ยังมีกรดไขมัน CLA (conjugated acid) คือกรดไขมันที่ร่างกายไม่ สามารถผลิตเองได้ มีประโยชน์ในการเร่งการเผาผลาญไขมันที่สะสมตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดย เพิ่มฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ที่ช่วยเผาผลาญไขมันสะสมมาใช้เป็นพลังงานอย่าง เต็มที่ พร้อมทั้งลดปริมาณการเกิดไขมันสะสมที่จะเกิดใหม่ด้วย (นิธิยา รัตนานนท์, 2548, หน้า 20)

สำหรับมาตรฐานของน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันกำหนดไว้ดังนี้

ความถ่วงจำเพาะ (25 องศาเซลเซียส)	0.915 - 0.919
ค่าการหักเหของแสง (25 องศาเซลเซียส)	1.472 - 1.474
ค่าไอโอดีน (Wijs)	125 - 136
ค่าซาฟอนิฟิเคชัน	188 - 194
สารที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยด่าง (เปอร์เซ็นต์)	1.5
ไตเตอร์ (องศาเซลเซียส) (จุดแข็งตัว)	16 - 20

2.4 น้ำตาลทราย

น้ำตาลจัดเป็นสารชีวโมเลกุล เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) และไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) ให้พลังงานที่มีรสหวาน ละลายน้ำได้ดี มีลักษณะเป็นผลึก มีรสหวาน โดยส่วนมาทำมาจาก ตาล มะพร้าว อ้อย น้ำตาลจะถูกเรียกตามวัตถุดิบที่นำมาทำ เช่น ทำมาจากตาล จะเรียกว่า น้ำตาลโตนด ถ้าทำมาจากมะพร้าวจะเรียกว่า น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลทรายที่ใช้กันโดยทั่วไปจะทำมาจากอ้อย มีอยู่ด้วยกันสองสี คือ สีขาว จะเป็นน้ำตาลที่ถูกฟอกสีจนขาวสะอาด และสีน้ำตาลจะเป็นน้ำตาลที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการฟอก จะมีกลิ่นหอมและยังคงมีวิตามินหลงเหลืออยู่บ้าง นิยมมาใช้ปรุงอาหารคาวและหวาน ใช้เป็นอาหารเสริมแก่ร่างกาย ชนิดของน้ำตาลแบ่งตามลักษณะโมเลกุล

2.4.1 น้ำตาลชั้นเดียว (Monosaccharides) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว มีรสหวานละลายน้ำได้ดี ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการย่อย ได้แก่

2.4.1.1 น้ำตาลฟรุคโทส (Fructose) พบมากที่สุดในผักและผลไม้ที่มีรสหวาน รวมไปถึง น้ำผึ้ง น้ำตาลชนิดนี้มีรสหวานจัด ได้จากการย่อยน้ำตาลซูโครส

2.4.1.2 น้ำตาลกลูโคส (Glucose) พบมากที่สุดในส่วนต่างๆของพืชที่ให้รสหวาน เช่น ผลไม้ พืชยอดอ่อนๆ และเป็นน้ำตาลชนิดเดียวที่พบในเลือดของมนุษย์

2.4.1.3 น้ำตาลกาแล็กโทส (Galactose) เป็นน้ำตาลที่ไม่ได้พบในธรรมชาติในรูปของ น้ำตาลอิสระ แต่จะได้รับการสลายของแล็กโทสในน้ำนม

2.4.2 น้ำตาลสองชั้น (Disaccharides) เป็นน้ำตาลที่มีการรวมตัวของน้ำตาลชั้นเดียว สองโมเลกุล ประกอบด้วย

2.4.2.1 ซูโครส (Sucrose) เป็นน้ำตาลที่พบในพืชทั่วไป เช่น ผลไม้สุก และอ้อย เมื่อย่อยสลายแล้วจะได้น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโทส

2.4.2.2 แล็กโทส (Lactose) น้ำตาลชนิดนี้พบได้ในน้ำนมสัตว์ เมื่อย่อยสลายแล้วจะได้น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลกาแล็กโทส

2.4.2.3 มอลโทส (Maltose) ไม่พบในรูปอิสระตามธรรมชาติ แต่ผลิตได้จากการใช้กรด หรือเอนไซม์ย่อยแป้ง เมื่อย่อยสลายแล้วจะได้เป็นน้ำตาลกลูโคสสองโมเลกุล

2.4.3 น้ำตาลหลายชั้น (Polysaccharides) เป็นน้ำตาลเชิงซ้อนที่ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายโมเลกุลรวมกัน หรือเรียกว่า แป้ง เมื่อรับประทานจะไม่มีรสหวานทันที แต่จะให้รสหวานเมื่อเกิดการย่อยด้วยเอนไซม์

2.4.3.1 แป้งสตาร์ช (Starch) เป็นแป้งที่มีการสะสมในของหัว ราก เมล็ด ลำต้น และผลของพืช ที่เกิดจากการรวมกันของน้ำตาลเชิงซ้อนหลายโมเลกุลอัดแน่นจนเป็นเม็ดสตาร์ช (starch granule) แป้งชนิดนี้ถือเป็นวัตถุดิบสำคัญและผลิตได้มากที่สุด นิยมใช้ทำแป้งชนิดต่างๆสำหรับการปรุงอาหาร การผลิตแอลกอฮอล์ เช่น แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลัง

2.4.3.2 เซลลูโลส (Cellulose) เป็นสารคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่เป็นโครงสร้างของพืช พบมาบริเวณราก กิ่ง ลำต้น ใบ และผล แต่พบมากเป็นเนื้อเยื่อของลำต้นและกิ่ง ทั้งที่เป็นเปลือกไม้ แก่นไม้ ยอดอ่อน มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ สารนี้ที่คุ้นเคย ได้แก่ เส้นใย ที่มีคุณสมบัติกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้และช่วยในการขับถ่าย

2.4.3.3 เพกติน (Pectin) เป็นสารคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช เมื่อละลายน้ำจะเกิดเป็นเจล (gel) ใส มีลักษณะเหนียวข้น นิยมใช้ผสมในอาหารหลายชนิด เช่น ใยกาน้ำในแกงหน่อไม้ นอกจากนั้น ยังนิยมใช้ทำแยม เยลลี่ และเติมในน้ำผลไม้เพื่อป้องกันการตกตะกอน ผลไม้ไทยที่มีเพกตินสูงที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ มะขาม กระท้อน มะกอก ละมุดและฝรั่ง (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2542, หน้า 8)

2.5 น้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูหรือกรดแอซติก (acetic acid) เป็นสารละลายใสและเป็นเครื่องปรุงอาหาร ที่ให้รสเปรี้ยว มีกลิ่นฉุน จะนิยมใช้เป็นส่วยผสมในการผลิต ซอสพริก ซอสมะเขือเทศ รสเปรี้ยวของน้ำส้มสายชู เกิดจากกรดอะซิติค ที่ได้จากการหมักดองผักและผลไม้ หลังจากหมักเสร็จแล้วนำไปกลั่น จะได้น้ำส้มสายชูบริสุทธิ์ น้ำส้มสายชูแบ่งได้ 3 ชนิด ได้แก่

2.5.1 น้ำส้มสายชูหมัก ได้จากการหมักข้าวหรือผักผลไม้ชนิดต่างๆ ด้วยยีสต์ เพื่อให้เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ และเมื่ออยู่ในแอลกอฮอล์จะเปลี่ยนเป็นกรดส้ม น้ำส้มสายชูจะมีชื่อเรียกต่างกันไปตามวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักและต้องมีกรดอะซิติคไม่ต่ำกว่า 4 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร จะมีกลิ่นที่หอมและจะต้องฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนจึงจะสามารถเก็บได้นาน

2.5.2 น้ำส้มสายชูกลั่น เป็นการผ่านการหมักเป็นขั้นตอนแรกก่อนแล้วนำไปกลั่นอีกรอบ จะได้ น้ำส้มสายชูที่มีความใส ไม่มีตะกอนและไม่ค่อยมีกลิ่น มีขายตามท้องตลาดทั่วไปจะมีกรดอะซิติกไม่เกิน 4 กรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ในอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

2.5.3 น้ำส้มสายชูเทียม จะไม่ได้เกิดจากการหมักและการกลั่น แต่จะเป็นการเติมกรดอะซิติกเข้าไปโดยสารที่ได้จะเกิดจากกระบวนการทางเคมีต้องมีกรดอะซิติกไม่ต่ำกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ หรือไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ เป็นสีขาวไม่มีกลิ่น ราคาถูก ความปลอดภัยต่ำ (บทความการดูแลและเคล็ดลับเพื่อสุขภาพ, ออนไลน์, 2561)

2.6 มัสตาร์ด

เป็นพืชตระกูลเดียวกับกะหล่ำปลี บร็อคโคลี่ พืชชนิดนี้มีสองสายพันธุ์ คือ พันธุ์ที่มีเมล็ดเป็นสีขาวกับพันธุ์ที่มีเมล็ดเป็นสีน้ำตาล มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ยูเรเชียแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ทั้งสองสายพันธุ์ก็นิยมปลูกในประเทศที่มีอากาศเย็น เพื่อนำเมล็ดที่แก่จัดมาเป็นเครื่องเทศ โดยปกติแล้วเมื่อนำเมล็ดที่เป็นผงมาทำให้แห้งจะไม่มีกลิ่น อาจต้องผสมน้ำ น้ำส้มสายชูหรือไวน์ ใส่ขมิ้นเพื่อให้มีสีเหลือง มัสตาร์ดนิยมกินกับอาหารประเภทเนื้อ ไส้กรอก ผักดองหรือผสมในน้ำสลัด มายองเนส นอกจากนี้ เมล็ดมัสตาร์ดยังอุดมไปด้วยสารอาหารจากพืชที่เรียกว่า กลูโคซิโนเลต (glucosinolates) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้มัสตาร์ดมีรสจัด เป็นแหล่งของโอเมกา 3 ทริปโตเฟน (tryptophan) ซีลีเนียมและแมกนีเซียม แต่ต้องกินมัสตาร์ดถึง 2 ช้อนชา จึงจะได้รับประโยชน์มากที่สุด เมล็ดมัสตาร์ดมี ไมโรซิน (myrosin) และซินิกริน (sinigrin) เป็นสารที่ทำให้คัตหลังละลายจึงขับออกจากร่างกายได้ง่าย มัสตาร์ดยังช่วยกระตุ้นน้ำย่อยทำให้เจริญอาหาร รสเผ็ดร้อนของมัสตาร์ดช่วยละลายเสมหะและน้ำมัน และช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้ (มัสตาร์ด-อาหารเพื่อสุขภาพ, ออนไลน์, 2561)

2.7 เกลือ

เกลือเป็นแร่ธาตุประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีรสเค็ม ละลายน้ำได้ดี พบมากในน้ำทะเล ในจังหวัดสมุทรสงครามจะผลิตเกลือแกงหรือเกลือสมุทร โดยการปั้มน้ำทะเลมาในพื้นที่กักเก็บ และปล่อยให้แดดเผาจนน้ำทะเลตกตะกอนเป็นเกลือเม็ดหรือผลึกเกลือสีขาวบริสุทธิ์ วิธีนี้เรียกว่านาเกลือ จะนิยมใช้เกลือประกอบอาหาร การเก็บรักษาอาหารประเภทหมักดอง และใช้ในด้านการแพทย์ เช่น นำมาทำน้ำเกลือเพื่อรักษาอาการเจ็บคอ รักษาอาการคันตามผิวหนัง

และยังใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร เครื่องปรุงต่างๆ ร่างกายต้องการเกลือวันละ 5-10 กรัม ตลอดชีวิตคน 1 คน กินเกลือเกือบ 200 กิโลกรัม ร่างกายใช้เกลือเป็นสารนำประสาทรเรียกว่าสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ทำให้กล้ามเนื้อและระบบประสาททำงานได้ ช่วยรักษาระดับความดันเลือด เกลือบริโภคนิรूपของโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) จัดเป็นสารประกอบที่มีบทบาทในอุตสาหกรรมแปรรูปหลายด้าน จัดเป็นสารให้รสพื้นฐานที่มนุษย์ยอมรับที่ราคาถูกที่สุด นอกจากจะให้รสเค็มแล้วยังช่วยกระตุ้นระบบย่อยอาหาร อีกทั้งยังช่วยเสริมรสหวานของน้ำตาลและช่วยลดความเปรี้ยวของกรดลงได้ (วรรณ ตังเจริญชัย, 2544, หน้า 6)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โสธยา เกิดพิบูลย์, จักรพงษ์ โสวะพันธ์, ประกาย ผิวทอง และ อรอนงค์ ฐาปนพันธ์นิตกุล (2554, หน้า 32) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาที่ใช้ในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพของฟักทองสเปรด โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาที่ใช้ในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพของฟักทองสเปรดอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ได้แก่ Tween80 (T) เลซิทีน (L) และ Tween80 ร่วมกับเลซิทีน (T+L) เปรียบเทียบกับ ตัวอย่างที่ไม่เติมอิมัลซิไฟเออร์ (C) การผสมใช้เวลา 10 และ 15 นาที ผลการทดลองพบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพล ร่วมกันต่อค่าความคงตัวของอิมัลชัน ความหนืด และค่าการแผ่กระจายตัว ($P < 0.05$) การใช้อิมัลซิไฟเออร์ทั้งสามชนิด สามารถเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันและความหนืดของผลิตภัณฑ์ฟักทองสเปรดระยะเวลาการผสมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ ฟักทองสเปรดที่ไม่ได้เติมอิมัลซิไฟเออร์และที่เติมอิมัลซิไฟเออร์ T มีความคงตัวของอิมัลชันเพิ่มขึ้น ส่วนตัวอย่างที่เติม L และ T+L มีความคงตัวของอิมัลชันลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มเวลาการผสมส่งผลให้ตัวอย่าง C T และ L มีค่า การแผ่กระจายตัวเพิ่มขึ้น ส่วนตัวอย่าง T+L มีความสามารถในการแผ่กระจายตัวลดลง ผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ผสมอิมัลซิไฟเออร์ทั้งสามชนิด เวลาผสมนาน 5 และ 10 นาทีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้านความสามารถในการปาดขนมปัง และความชอบโดยรวมในตัวอย่างที่เติม T และผสมนาน 5 นาที และ 10 นาที ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ได้คะแนนด้านดังกล่าวมากที่สุด

ประเสริฐ รัตนะ (2545, หน้า ข) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาแซนด์วิชสเปรดผสมถั่วเมล็ดแห้ง โดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับ ผู้บริโภคที่ต้องการเลี่ยงการบริโภคน้ำมันและ

คอเลสเตรอล ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย การพัฒนาส่วนครีม การเลือกแก้วเมล็ดแห้ง และการผสมของส่วนครีมและแก้วเมล็ดแห้ง การพัฒนาครีมโดยใช้แป้งดัดแปร Ultra- Tex(+,โ)4 และนมถั่วเหลือง เพื่อให้ความคงตัวและความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์ ทำการศึกษาปัจจัย 3 ปัจจัย คือ แป้งดัดแปร น้ำ และนมถั่วเหลือง โดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture Design และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป JMP ผลิตครีมได้ 14 สูตร ทำการประเมินคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส ความคงตัว สี และทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมไปผสมกับแก้วเมล็ดแห้ง 3 ชนิด ที่ผู้บริโภคเลือกมากคือ ถั่วเขียวเลาะเปลือก ถั่วขาว และถั่วเนาวนางแดง ที่มีขนาดชั้นถั่ว 14 เมช จากนั้นศึกษาสัดส่วนระหว่างส่วนถั่วและส่วนครีม โดยมีข้อจำกัดคือต้องให้สารอาหารประเภทโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.42 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINDO และพัฒนารสชาติ ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมของส่วนครีมประกอบด้วย น้ำส้มสายชู 8.57 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 23.95 เปอร์เซ็นต์ นมถั่วเหลือง 42.83 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 16.46 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 2.34 เปอร์เซ็นต์ มัสตาร์ด 0.31 เปอร์เซ็นต์ และ แป้งดัดแปร Utra-Tex(+,โ) 4 5.54 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่เหมาะสมของแซนด์วิชสเปรดผสมแก้วเมล็ดแห้งประกอบด้วย ส่วนครีม 61.00 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเขียวเลาะเปลือก 17.07 เปอร์เซ็นต์ ถั่วขาว 10.79 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเนาวนางแดง 11.14 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์มีค่าความคงตัว = 5.16 เซนติเมตรต่อ 30 วินาที ค่า $(a,w) = 0.94$ มีปริมาณน้ำ 71.24 เปอร์เซ็นต์ เกล้า 1.84 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 0.17 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 20.62 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.45 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 4.68 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดทั้งหมด 0.18 เปอร์เซ็นต์ ค่า pH = 5.04 และผลิตภัณฑ์มีพลังงาน 114 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม โคลิฟอร์ม น้อยกว่า 3 เอ็นพีเอ็นต่อกรัม และเล็โกบาซิลลัส น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 300 คน ผู้บริโภค 71 เปอร์เซ็นต์ ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์อยู่ใน ระดับชอบเล็กน้อย (5.47) ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยวิธีการเร่ง พบว่าสามารถเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในหลอดพลาสติกสีขาวทึบแสงแบบฝาฟลิปที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้ ประมาณ 34 วัน

นรินทร์ เจริญพันธ์ (2552, หน้า ก) ได้ทำการศึกษาเรื่องสูตรและอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สเปรตจากโปรตีนมะพร้าว โดยมีวัตถุประสงค์ในการนำผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันมะพร้าวสด คือ โปรตีนและกากมะพร้าว มาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรต ซึ่งเป็นอิมัลชันกึ่งแข็งปรุงแต่งรส เริ่มศึกษาสมบัติการไหลของอิมัลชันกึ่งแข็ง 11 สูตร ด้วยแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ โดยใช้ น้ำ

น้ำมันมะพร้าวสด และโปรตีนมะพร้าว ร้อยละ 40-50 , 15-25 และ 25-45 ตามลำดับ พบว่ามีการแยกของน้ำมันที่ผิวหน้าเพิ่มขึ้น ตามปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นและความแข็งลดลง และการแยกชั้นของน้ำที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ทดลองแก้ปัญหาการแยกน้ำมันที่ผิวหน้าในสูตรที่มีการแยกของน้ำมันที่ผิวหน้ามากที่สุด การเติมไขมันปาล์มชนิดแข็งที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 0 ถึง 20 ของน้ำมันมะพร้าวสด พบว่าการเติมไขมันปาล์มชนิดแข็งร้อยละ 20 มีประสิทธิภาพสูงที่สุด แต่ทำให้อิมัลชันกึ่งแข็งมีลักษณะที่แข็งเกินไปไม่เหมาะกับการป้ายทา ส่วนการเติมเกลืออิมัลซิไฟเออร์ 3 ชนิด คือ ไคโซเดียมฟอสเฟต ไตรโซเดียมซิเตรตและไตรโซเดียมโพลิฟอสเฟต ร้อยละ 0 ถึง 0.6 ของอิมัลชันกึ่งแข็ง พบว่าการเติมไคโซเดียมร้อยละ 0.2 มีประสิทธิภาพสูงที่สุด การทดลองแก้ปัญหาในสูตรที่มีการแยกชั้นน้ำมากด้วยการเติมกัวร์กัมและแซนแทนกัม ร้อยละ 0 ถึง 1.2 ของอิมัลชันกึ่งแข็ง พบว่าแซนแทนกัมร้อยละ 0.8 มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เมื่อทดลองเติมไคโซเดียมฟอสเฟตร้อยละ 0.1 ถึง 0.2 ร่วมกับแซนแทนกัมร้อยละ 0.4 ถึง 0.8 ในอิมัลชันกึ่งแข็งสูตรที่ให้ลักษณะปรากฏที่ดี พบว่าการเติมไคโซเดียมฟอสเฟตร้อยละ 0.1 และแซนแทนกัมร้อยละ 0.6 ให้ตัวอย่างที่เรียบเนียน ป้ายทาได้ ไม่มีการแยกน้ำมันและน้ำ เหมาะแก่การใช้เป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์สเปรด จึงนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สเปรดสโกโก้ 3 ชนิด ชนิดเค็มโดยการเติมเกลือร้อยละ 1 ชนิดหวานโดยการเติมเกลือร้อยละ 0.5 และน้ำตาลร้อยละ 12 ส่วนชนิดไฟเบอร์สูงคือชนิดหวานที่เติมกากมะพร้าวร้อยละ 5 พบว่าผลิตภัณฑ์สเปรดชนิดไฟเบอร์สูงมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างหยาบและป้ายทาได้ยากกว่าชนิดเค็มและชนิดหวาน เนื่องจากมีกากมะพร้าวเป็นส่วนประกอบ เมื่อนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบ (Hedonic test) กับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 24 คน พบว่าชนิดเค็มและชนิดหวานได้คะแนนความชอบด้านลักษณะการป้ายทา (7.3 และ 7.3) และความชอบโดยรวม (7.0 และ 7.3) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) สูงกว่าชนิดไฟเบอร์สูง (6.0 และ 6.4) เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์สเปรดไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ และติดตามการเปลี่ยนแปลงโดยตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ จุลชีววิทยาและการยอมรับ พบว่าผลิตภัณฑ์สเปรดชนิดเค็มมีการเปลี่ยนแปลงของค่า TBA มากที่สุด ชนิดหวานมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีมากที่สุด ส่วนชนิดไฟเบอร์สูงมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเร็วที่สุด และมีคะแนนการยอมรับลดลงเร็วที่สุด เมื่อทำนายอายุการเก็บจากการลดลงของคะแนนการยอมรับ พบว่าผลิตภัณฑ์สเปรดชนิดเค็ม ชนิดหวาน และชนิดไฟเบอร์สูง มีอายุการเก็บประมาณ 77 49 และ 42 วัน ตามลำดับ

วาสนา จักรแก้ว, สุรีย์พร ธัญญะกิจ, อานง ใจแน่น, กาญจนา ลอเลิศลักษณ์, จิตติรญา ไยสำลี และ ปานนรี แก้ววงษ์ (2560, หน้า ก) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์งาช้างม่อนสเปรตเพื่อสุขภาพ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์งาช้างม่อนสเปรต เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์งาช้างม่อนสเปรต โดยการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์งาช้างม่อนสเปรตและศึกษาช่องทางการตลาดของผลิตภัณฑ์งาช้างม่อนสเปรต โดยมีวิธีการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์งาช้างม่อนสเปรตและทำการทดลองสูตรผลิตภัณฑ์สเปรตถ้วนพื้นฐาน โดยมีการใช้สูตรของสเปรตถ้วนกับงาช้างม่อนสเปรต ซึ่งมีการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตำรับพื้นฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรต 3 ตำรับ ในด้านความชอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยให้ คะแนนความชอบตั้งแต่ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale Test) กับผู้ทดสอบจำนวน 100 คน การวิจัยเลือกใช้ตำรับมาตรฐานจากตำรับที่ 3 เพราะเนื่องจากตำรับที่ 3 มีลักษณะที่ดีของสเปรต ทั้ง สี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี จึงทำให้ตำรับที่ 3 ได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปพัฒนาตำรับและการศึกษาช่องทางการจัดจำหน่ายของผลิตภัณฑ์สเปรตงาช้างม่อน มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดในการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายและเพื่อศึกษาส่วนประสมทางการตลาด โดยการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ สามารถสรุปผลการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรตงาช้างม่อน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จักสเปรตงาช้างม่อนและมีข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์คือ 1. คุณภาพผลิตภัณฑ์และการรับรองคุณภาพ 2. ราคา 3. ปริมาณของสินค้า 4. บรรจุภัณฑ์ 5. ตรายี่ห้อและ 6. สินค้าของแถม โดยใช้กลยุทธ์อยู่ 2 ระยะคือ ระยะแรกเป็นกลยุทธ์ระยะสั้นในการเลือกใช้การสร้างกลยุทธ์การสื่อสารการตลาดครบวงจร ต้องให้ผู้บริโภครับรู้ถึงตราสินค้าที่ต้องวางตำแหน่งสินค้าให้ชัดเจนและสร้างหน้าตาสินค้าให้ดูดีมีความน่าเชื่อถือและต้องสร้างบุคลิกของตราสินค้าในการเป็น “ผู้นำ” ออกมาให้เด่นชัดมากขึ้น ในระยะยาวเลือกใช้กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาการทำวิจัยและพัฒนาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความสำเร็จของธุรกิจจะต้องใช้การวางแผน การทดสอบและการดำเนินงาน ตลอดจนเรื่องค่าใช้จ่ายต่างๆ

วิชัย หุทัยธนาสันต์ (ออนไลน์, 2561) ได้ทำการศึกษาเรื่องพินัสสเปรต โดยทดลองสูตรและปรับปรุงลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น การทดสอบการยอมรับของผู้ชิมเนยถั่วลิสง มีประเด็นปัญหาตรงที่ว่า เนยถั่วลิสงมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบสูง เมื่อรับประทานแล้วจะมีความรู้สึกเลี่ยน ทำให้ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์นี้มาก การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยถั่วลิสง ได้มุ่งการการแก้ไข

ปัญหาดังกล่าว นอกเหนือไปจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยถั่วลิสงในลักษณะอื่นๆ เช่น ฟินท์บาร์ ฟินท์สเปรด เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งจากเนยถั่วลิสงอีกชนิดหนึ่งโดยการผสมผลไม้เชื่อม ผลไม้กวน หรือ แยม ในอัตราส่วนต่างๆ ตั้งแต่ร้อยละ โดยน้ำหนัก การทดลองได้ใช้สับปะรดกวน สับปะรดเชื่อม แยม สับปะรด กล้วยกวน กล้วยเชื่อม มะละกอเชื่อมแห้ง เป็นส่วนผสมกับเนยถั่วลิสงชนิดเนื้อละเอียด แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับขั้นต้น สรุปได้ว่า ผลไม้เชื่อม ผลไม้เชื่อมและแยม ยังต้องปรับปรุงสูตรให้มีความหนืดและความหวานเหมาะสมขึ้น ส่วนเนยถั่วลิสง ก็ต้องปรับปรุงด้าน spreadability ด้วย สำหรับชนิดของผลไม้ที่ใช้ในการผสม จากการทดสอบการยอมรับขั้นต้นสรุปได้ว่า ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น สับปะรด ไม่เหมาะที่จะนำมาผสมกับเนยถั่วลิสงเพื่อทำเป็นฟินท์สเปรด เพราะรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ เมื่อไปรวมกับเนยถั่วลิสงซึ่งมีความหวานต่ำแต่ความมันสูง ทำให้รสชาติผิดไปและไม่กลมกลืนกัน รสชาติรวมของฟินท์สเปรดจึงแยกกัน ส่วนผสมของเนยถั่วลิสงกับ มะละกอและกล้วย เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับ และมีแนวโน้มที่จะยอมรับฟินท์สเปรด ที่มีส่วนผสมของเนยถั่วลิสงกับกล้วยกวน ที่มีอัตราส่วน 75:25 มากที่สุด ส่วนผสมดังกล่าวยังมีข้อจำกัด คือจะต้องมีปริมาณน้ำตาลที่ให้รสหวานไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาฟินท์สเปรดครั้งนี้ เป็นเพียง การศึกษาขั้นต้น เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ การศึกษาครั้งต่อไปจะศึกษารายละเอียด ของฟินท์สเปรด ที่มีส่วนผสมของกล้วยกวน มะละกอ และจะเพิ่มเยลลี่ฝรั่งและช็อกโกแลตสเปรด

วรารณ ประเสริฐ, งามจิตร โลวิหุร และ อุไร เผ่าสังข์ทอง (2555, หน้า 166) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาแซนดวิชสเปรดลดไขมันจากน้ำมันถั่วเหลือง โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ผลิตภัณฑ์แซนดวิชสเปรด ที่ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลัก ลดปริมาณน้ำมันพืชและไม่ใช้ไข่แดง ดำเนินการทดลอง ณ ฝ่ายกระบวนการผลิตและแปรรูป สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 โดยทำการศึกษาผลของแป้ง 3 ชนิด ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว (0.75 เปอร์เซ็นต์ และ 0.25 เปอร์เซ็นต์) โดย น้ำหนักและไฮโดรคอลลอยด์ 2 ชนิด ได้แก่ คาร์ราจีแนนและแซนแทนกัม ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และความคงตัวของครีมสเปรด รวมไปถึงการพัฒนาสูตรลดไขมัน พร้อมตรวจสอบคุณสมบัติและ ศึกษาอายุการเก็บในผลิตภัณฑ์สุดท้าย จากทดลองพบว่าครีมสเปรดที่ผลิตโดยใช้แป้งข้าวเจ้า 0.25 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารให้เนื้อสัมผัส มีแซนแทนกัม 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัวจะได้ ครีมสเปรดที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า และมีความคงตัวของการแขวนลอยที่ดี ครีมสเปรดที่พัฒนาขึ้นสามารถลดปริมาณน้ำมันพืชเหลือ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และเมื่อนำมา

ผสมกับส่วนเนื้อแล้ว ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาณไขมัน 16.22 เปอร์เซ็นต์ จะได้รับพลังงานทั้งหมด 217.24 Kcal/100 ก. จากการศึกษาอายุการเก็บ พบว่าผลิตภัณฑ์แซนด์วิชสเปรดในภาชนะปิดสนิท เหมาะสำหรับเก็บในตู้เย็น สามารถเก็บได้นานอย่างน้อย 2 เดือน โดยมีลักษณะทางกายภาพ เคมี ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่สดใหม่และปริมาณจุลินทรีย์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตลอดอายุการเก็บรักษา



บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสเปรด

3.1.1.1	ข้าวสังข์หยด	ตราบ้านพื้นเมือง
3.1.1.2	ข้าวมันปู	ตราแสนดี
3.1.1.3	ข้าวลิ้น	ตราข้าวอินทรีย์บ้านลิ้มทอง
3.1.1.4	น้ำส้มสายชู	ตรา อสร.
3.1.1.5	น้ำตาลทราย	ตรามิตรผล
3.1.1.6	มัสตาร์ด	ตรา French's
3.1.1.7	เกลือป่น	ตราปรุงทิพย์
3.1.1.8	น้ำมันพืช	ตรามรกต
3.1.1.9	น้ำมันมะพร้าว	ตรา Naturel
3.1.1.10	น้ำมันรำข้าว	ตรา Naturel
3.1.1.11	น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน	ตรา Naturel
3.1.1.12	แป้งข้าวเจ้า	ตราช้างสามเศียร

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตสเปรด

- 3.1.2.1 หม้อสแตนเลส
- 3.1.2.2 อ่างผสม
- 3.1.2.3 ถ้วย
- 3.1.2.4 เครื่องปั่น
- 3.1.2.5 ไม้พาย
- 3.1.2.6 ช้อน
- 3.1.2.7 กระจอน

3.1.2.8 ทัพพี

3.1.2.9 เครื่องชั่ง

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

3.2.1 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์สเปรด

แบบประเมินคะแนนตามความชอบ (Hedonic Scaling Scale) เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนระดับความชอบหรือไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ดังนี้

9 คะแนน	หมายถึง	ชอบมากที่สุด
8 คะแนน	หมายถึง	ชอบมาก
7 คะแนน	หมายถึง	ชอบปานกลาง
6 คะแนน	หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
5 คะแนน	หมายถึง	เฉยๆ
4 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบเล็กน้อย
3 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบ
2 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบมาก
1 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบมากที่สุด

3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง

3.3.1 ศึกษาสูตรมาตรฐานแซนวิชสเปรด ห้อง 1011 สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

3.4 บุคลากรที่ใช้ในโครงการ

3.4.1 อาจารย์ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการ ประเมินทางประสาทสัมผัส จำนวน 50 คน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและข้อมูลสถิติที่ใช้

3.5.1 โปรแกรม SPSS version 22

3.6 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.6.1) วิเคราะห์คุณสมบัติของข้าว

นำข้าวที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้าวจีบ จากจังหวัดบุรีรัมย์ ข้าวมันปู จากจังหวัดสระบุรี และข้าวสังข์หยดจากจังหวัดพัทลุง นำมาบดให้ละเอียดเป็นผงและร่อนผ่านเครื่อง Sieve tester ที่ผ่านชั้นตะแกรง 40 mesh และนำข้าวที่ได้เก็บในถุง PE (Polyethylene) บรรจุแบบสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.6.1.1 วัดค่าสีระบบ L^* a^* และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น

Color Quest XE โดยค่า L^* = ค่าความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a^* = ค่าสีแดง (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b^* = ค่าสีเหลือง (+ = สีเหลือง, - = สีนํ้าเงิน)

3.6.1.2 วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ยี่ห้อ New Port Scientific รุ่น RVA Super

3.6.1.3 วิเคราะห์หาปริมาณ เกล็ด โปรตีน ไขมัน เส้นใย โดยวิธีของ AOAC (2006) และคาร์โบไฮเดรต (ได้จากวิธีคำนวณ คือ 100 - โปรตีน - ไขมัน - เกล็ด - เส้นใย) AOAC. (2006)

3.6.1.4 วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total anthocyanin content; TAC) (Lee et al., 2005)

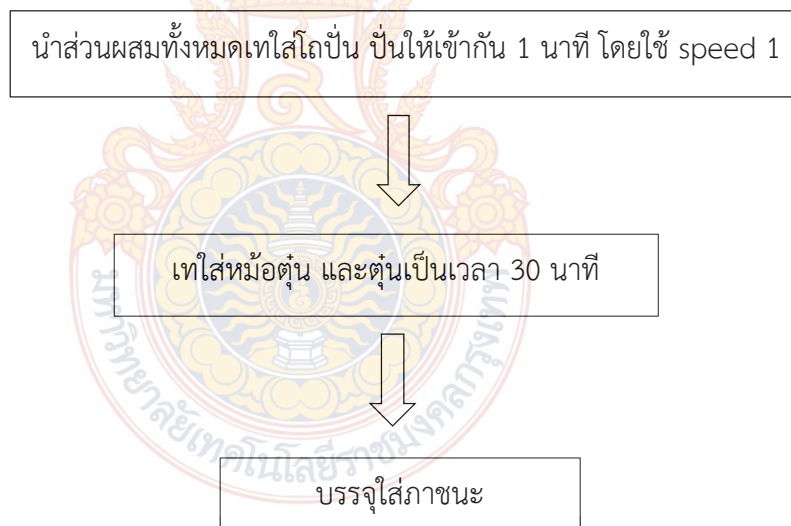
3.6.2) ศึกษาชนิดของข้าวไทยที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปูและข้าวสังข์หยด

โดยนำข้าวบดมาเตรียมทำสเปรดโดยใช้ข้าวบด 60 กรัม น้ำเปล่า 500 กรัม ต้มข้าวบดกับน้ำ 5 นาที พักไว้ให้เย็น 5 นาที จากนั้นนำมาทำสเปรดตามสูตรดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของสเปรดสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ข้าวต้มสุก	400
น้ำตาลทราย	40
น้ำมันพืช	55
น้ำส้มสายชู	15
มัสตาร์ด	10
เกลือ	4

3.6.2.1 วิธีการทำสเปรดจากข้าวไทย



ภาพที่ 3.1 วิธีทำสเปรดจากข้าวไทย

นำสเปรดจากข้าวไทยสีแดงที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังต่อไปนี้

3.6.2.1 วัดปริมาณความชื้น โดยวิธี AOAC, 2006

3.6.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w)

3.6.2.3 วัดค่าสีระบบ L^* a^* และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE โดยค่า L^* = ค่าความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a^* = ค่าสีแดง (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b^* = ค่าสีเหลือง (+ = สีเหลือง, - = สีนํ้าเงิน)

- 3.6.2.4 ความข้นหนืด (Viscosity) โดยใช้เครื่อง Brookfield ตัวอย่างจะถูกวัดที่อุณหภูมิ 25 ± 1 °C ด้วยเครื่องบรูคฟิลด์ วิสโคมิเตอร์ (Brookfield viscometer DV – II + Pro (ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยใช้หัววัดเบอร์ 34 นำตัวอย่างใส่ลงใน sample cup และรอให้ตัวอย่างปรับสมดุล 20 นาที จากนั้นให้อัตราเฉือน (shear rate) 40 rpm ภายในเวลา 3 นาที และคงไว้ที่อัตราเฉือนนี้เป็นเวลา 5 นาที บันทึกค่า ความหนืดปรากฏ (Apparent viscosity)
- 3.6.2.5 ความสามารถในการแผ่กระจาย (Spread ability) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus, ประเทศอังกฤษ หัวรูปกรวย (conical probe) มุม 60 องศา โดยเตรียมตัวอย่างให้เนื้อสม่ำเสมอ และปาดตัวอย่างให้ผิวหน้าเรียบ วัดระยะทางการสูญเสียรูปร่างโดยใช้หัววัดกดไปในตัวอย่าง ด้วยแรงเริ่มต้น 5 g pre – test speed 2 mm/sec, test speed 1 mm/sec, posttest speed 10 mm/sec, distance 30 mm. (Soraya kerdpi boon, 2011)
- 3.6.2.6 ค่าความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability) โดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด ขนาด 10 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างเพื่อให้เกิดการแยกชั้น ด้วยเครื่อง Centrifuge อัตราเร็ว 2400 rpm นาน 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที วัดปริมาณของเหลวที่แยกออกมาโดยเทในกระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร (ดัดแปลงจาก kim.et.al., 2009)
- 3.6.2.7 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยทดสอบปัจจัยคุณภาพในเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านรสชาติ สี กลิ่น ความหนืด และความชอบโดยรวม

3.6.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.6.3.1 การวิเคราะห์ผลทางกายภาพ และเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทุกการทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 [19] โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

3.6.3.2 การวิเคราะห์ผลทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวไทยสีแดงที่เหมาะสมที่สุด

3.6.4 ศึกษาชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมต่อการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว

เพื่อทดแทนน้ำมันพืชในการทำสเปรดข้าวเพื่อสุขภาพ โดยนำสูตรสเปรดข้าวไทยสีแดงที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ตามข้อ 3.6.2 มาทดแทนน้ำมัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว ในปริมาณ 2 ระดับ ได้แก่ 6% และ 8% ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด นำสเปรดจากข้าวไทยสีแดงที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังต่อไปนี้

3.6.4.1 วัดค่าสีระบบ L^* , a^* และ b^* โดยใช้เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE โดยค่า L^* = ค่าความสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a^* = ค่าสีแดง (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b^* = ค่าสีเหลือง (+ = สีเหลือง, - = สีนํ้าเงิน)

3.6.4.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w)

3.6.4.3 ความสามารถในการแผ่กระจาย (Spread ability) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus, ประเทศอังกฤษ หัวรูปกรวย (conical probe) มุม 60 องศา โดยเตรียมตัวอย่างให้เนื้อสม่ำเสมอ และปาดตัวอย่างให้ผิวหน้าเรียบ วัดระยะทางการสูญเสียรูปร่างโดยใช้หัววัดกดไปในตัวอย่าง ด้วยแรงเริ่มต้น 5 g pre - test speed 2 mm/sec, test speed 1

mm/sec, post test speed 10 mm/sec, distance 30 mm. (Soraya kerdpi boon, 2011)

3.6.4.4 การแยกชั้นของน้ำมัน (Oil separation) โดยนำสเปรดกระบอกตวง 160 ml เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน เพื่อดูการแยกชั้นของน้ำมัน โดย การคำนวณการแยกชั้นของน้ำมัน (N. H. Mohd Rozalli, 2016) ดังนี้

$$\text{Oil separation (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำมันที่แยกชั้น (g)}}{\text{น้ำหนักของสเปรดก่อนการแยกชั้น (g)}} \times 100$$

3.6.4.5 ค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value) ตามวิธีของ Pegg, R. B. (2005)

3.6.4.6 วิเคราะห์หาปริมาณ กรา๊ โปรตีน ไขมัน เส้นใย โดยวิธีของ AOAC (2006)

และคาร์โบไฮเดรต (ได้จากวิธีคำนวณ คือ 100 - โปรตีน - ไขมัน - กรา๊ - เส้นใย)

AOAC. (2006)

3.6.2.7 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แบบ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้บริโภครุ่นที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยทดสอบปัจจัย คุณภาพในเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านรสชาติ สี กลิ่น ความหนืดและ ความชอบโดยรวม

นำผลที่ได้ทั้งคุณภาพทางกายภาพ และเคมี และทางด้านประสาทสัมผัสนำมาวิเคราะห์ผล ทางสถิติตามข้อ 3.6.3

3.6.5 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวไทยสีแดง

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดจากข้าวไทยสีแดง ซึ่งเลือกสูตรจาก ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ที่ดีที่สุด (ข้อ 3.6.4) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ภายใน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ทำการทดสอบแบบ Central Location Test (CLT) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถามความชอบและไม่ชอบผลิตภัณฑ์ แล้วนำค่าที่ได้มา คำนวณออกมา และรายงานผลเป็นร้อยละของความชอบและไม่ชอบผลิตภัณฑ์

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 วิเคราะห์คุณสมบัติของข้าว

ค่าสี L^* a^* b^* ของข้าวทั้ง 3 ชนิด แสดงในตารางที่ 4.1 ค่าสี L^* แสดงถึงค่าความสว่าง โดยค่าระหว่าง 0 (สีดำ) – 100 (สว่างมากหรือสีขาว) ขณะที่ค่าสี a^* คือค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ และค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลืองแต่ถ้าค่า b^* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน ผลการศึกษาพบว่าข้าวทั้ง 3 ชนิดมีค่าความสว่างอยู่ที่ 60.49 – 62.40 โดยข้าวจีบมีค่าความสว่างมากที่สุด ค่าสีแดงของข้าวทั้ง 3 ชนิด โดยมีค่า a^* อยู่ในช่วง 7.85 – 7.89 ซึ่งมีค่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่า b^* อยู่ในโทนสีเหลือง มีค่าระหว่าง 11.63 – 12.00 โดยข้าวจีบมีค่าสีเหลืองมากที่สุด ข้าวทั้ง 3 ชนิดมีสีที่แตกต่างกันนั้นเกิดจากเยื่อหุ้มผลเมล็ดข้าวที่อยู่ภายในมีสารสีเป็นรงควัตถุอยู่โดยทำให้ข้าวมีสีต่าง ๆ เช่น น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ น้ำตาลแดง น้ำตาลม่วง น้ำตาลเกือบดำ เป็นต้น (สุธยา พิมพ์พิโล, 2549) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของข้าวชนิดนั้น ๆ ด้วย

ตารางที่ 4.1 ค่าสีของข้าวทั้ง 3 ชนิด

ชนิดข้าว	ค่าสี		
	L^*	a^{*ns}	b^*
ข้าวจีบ	62.40 ± 0.21^a	7.85 ± 0.08	12.00 ± 0.03^a
ข้าวมันปู	60.49 ± 0.61^b	7.88 ± 0.19	11.63 ± 0.11^b
ข้าวสังข์หยด	60.62 ± 0.37^b	7.89 ± 0.16	11.67 ± 0.17^b

หมายเหตุ a,b...หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งระหว่างการหุงต้มของข้าวทั้ง 3 ชนิด ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid visco amylograph (RVA) พบว่าข้าวมันปูมีความหนืดที่สถานะต่าง ๆ สูงสุด กล่าวคือ มีค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ในช่วงการให้ความร้อนซึ่งเป็นจุดที่เกิดเจลลิตีในเซชันสมบูรณ์สูงสุดคือ 1242.00 RVU ความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำให้เย็น (Trough) 1222.33 RVU ค่าความหนืดสุดท้ายคือ 3007.33 RVU และค่าความเหนียว (Break

down) 19.66 RVU ในขณะที่ข้าวจีบมีค่าความหนืดสูงสุด 1123.66 RVU ความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำให้เย็น 1121.33 RVU ค่าความหนืดสุดท้ายคือ 3480.00 RVU ความเหนียว 2.33 RVU ความเหนียวของแป้ง 2356.33 RVU ส่วนข้าวสังข์หยดมีค่าความหนืดสูงสุด 666.00 RVU ความหนืดต่ำสุดระหว่างการทำให้เย็น 668.33 RVU ค่าความหนืดสุดท้ายคือ 2286.66 RVU และค่าความเหนียว (Break down) -2.33 RVU ความเหนียวของแป้ง 1620.66 RVU นั้นแสดงว่าข้าวสังข์หยดมีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าข้าวจีบและข้าวมันปู จึงทำให้ความสามารถในการเกิดเจล และการเกิด Retrogradation ต่ำสุด (Purna et al, 2011) (องค์ความรู้เรื่องข้าว, มปป) โดยทั่วไปข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสสูงในระหว่างการหุงต้มจะดูดน้ำได้มากกว่าและแข็งกว่าข้าวที่มีอะไมโลสต่ำ (Julino, 1972)

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความหนืด เมื่อได้รับความร้อน (Pasting Properties)

ค่าที่อ่านได้จากเครื่องRVA	ข้าวจีบ	ข้าวมันปู	ข้าวสังข์หยด
Pasting temperature (°C) ^{ns}	92.08 ± 0.50	92.81 ± 0.46	92.58 ± 0.85
Peak time (min)	6.93 ± 0.01 ^a	6.26 ± 0.04 ^b	6.97 ± 0.46 ^a
Peak viscosity (RVU)	1123.66 ± 35.47 ^b	1242.00 ± 24.06 ^a	666.00 ± 26.21 ^c
Though (RVU)	1121.33 ± 33.32 ^b	1222.33 ± 25.65 ^a	668.33 ± 24.02 ^c
Final viscosity (RVU)	3480.00 ± 38.97 ^a	3007.33 ± 25.65 ^b	2286.66 ± 58.50 ^c
Breakdown (RVU)	2.33 ± 2.30 ^b	19.66 ± 7.57 ^a	-2.33 ± 5.13 ^b
Setback (RVU)	2356.33 ± 3.51 ^a	1765.33 ± 28.14 ^b	1620.66 ± 33.60 ^c

หมายเหตุ a,b...หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ns หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

การวิเคราะห์องค์ประกอบของข้าวทั้ง 3 ชนิด แสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าข้าวทั้ง 3 ชนิดให้คุณค่าทางโภชนาการสูง โดยข้าวสังข์หยดมีปริมาณโปรตีนมากที่สุดคือร้อยละ 9.77 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 81.66 มากกว่าข้าวชนิดอื่น ซึ่งโปรตีนในข้าวส่วนใหญ่มีกรดอะมิโนไลซีน (กล้านรงค์, 2544) แต่ข้าวจีบและข้าวมันปูมีปริมาณเส้นใยทั้งหมดและเถ้าของมีปริมาณที่มากกว่าข้าวสังข์หยดโดยข้าวสังข์หยดมีปริมาณเส้นใยทั้งหมดต่ำกว่าข้าวชนิดอื่นซึ่งสอดคล้องกับ ผานิตและคณะ (2555) และปริมาณไขมันของข้าวทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในข้าวสีแดง พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าอยู่ระหว่าง 15.16±0.11 ถึง 18.06±0.23 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง 100 กรัม โดยข้าวสังข์หยดมีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด รองลงมาคือข้าวมันปูและข้าวสังข์หยด สาเหตุที่ข้าวสังข์หยด

มีปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด เพราะข้าวสังข์หยดมีสีที่เข้มกว่าข้าวทั้ง 2 ชนิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสีของข้าวมีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานิน (นพวรรณ ชีราวัฒน์และคณะ 2560)

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว (Proximate analysis)

ชนิดข้าว	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)					แอนโทไซยานิน (mg./100g)
	โปรตีน	ไขมัน ^{ns}	เส้นใยทั้งหมด	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต	
ข้าวจีบ	7.91±0.20 ^c	3.88±0.48	5.25±0.66 ^a	2.12±0.09 ^a	80.76±0.42 ^{ab}	15.16±0.11 ^c
ข้าวมันปู	8.76±0.15 ^b	4.55±0.46	4.77±0.74 ^a	2.15±0.04 ^a	79.76±0.63 ^b	17.53±0.15 ^b
ข้าวสังข์หยด	9.77±0.18 ^a	3.52±0.61	3.43±0.36 ^b	1.61±0.06 ^b	81.66±0.85 ^a	18.06±0.23 ^a

หมายเหตุ a,b...หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2 ศึกษาชนิดของข้าวไทยที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตแซนวิชสเปรด ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปู และข้าวสังข์หยด

จากตารางที่ 4.4 เมื่อนำข้าวทั้ง 3 ชนิดมาทำสเปรดพบว่า ค่าความชื้นของสเปรดข้าวทั้ง 3 ชนิดอยู่ที่ 33.11 – 44.81% โดยข้าวจีบมีค่าความชื้นมากที่สุด ส่วนค่า a_w ของสเปรดข้าวทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ค่าสีของสเปรดข้าวทั้ง 3 ชนิดมีค่าความสว่างอยู่ที่ 44.95 – 54.18 โดยข้าวจีบมีค่าความสว่างมากที่สุด ค่าสีแดงของข้าวทั้ง 3 ชนิดโดยมีค่า a^* อยู่ในช่วง 9.03 – 9.47 โดยข้าวสังข์หยดให้ค่าสีแดงมากที่สุด สำหรับค่า b^* อยู่ในโทนสีเหลือง มีค่าระหว่าง 10.03 – 15.51 โดยข้าวจีบมีค่าสีเหลืองมากที่สุด ซึ่งค่าสีมีความสอดคล้องกับตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.4 ความชื้น ค่า a_w และค่าสีที่วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Hunter Color Lab

ชนิดข้าวในแซนวิชสเปรด	ความชื้น	a_w^{ns}	ค่าสี		
			L*	a*	b*
ข้าวจีบ	44.81±0.29 ^a	0.86±0.01	54.18±0.15 ^a	9.03±0.21 ^b	15.51±0.13 ^a
ข้าวมันปู	41.81±0.15 ^b	0.86±0.01	51.84±1.08 ^b	9.47±0.01 ^a	10.63±0.60 ^b
ข้าวสังข์หยด	33.11±0.08 ^c	0.86±0.01	44.95±0.70 ^c	9.42±0.20 ^a	10.03±0.40 ^b

หมายเหตุ a,b...หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

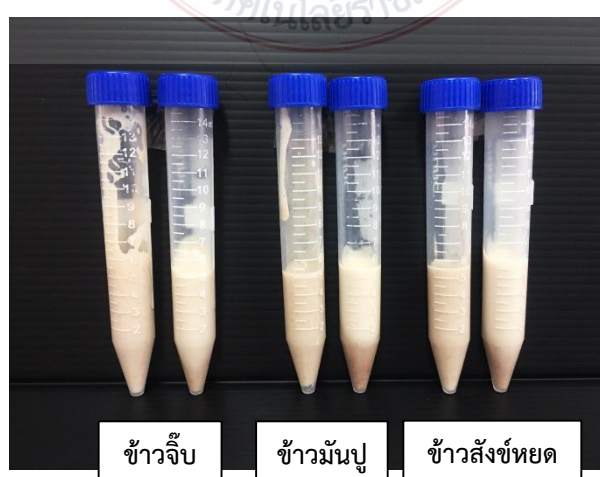
ค่าความข้นหนืดของสเปรดข้าวทั้ง 4 ชนิดอยู่ที่ 9516.33 - 14089.33 cP ดังตารางที่ 4.5 โดยข้าวสังข์หยดให้ค่าความหนืดน้อยที่สุด คือ 9516.33 cP ซึ่งข้าวมันปุมมีค่าความหนืดมากที่สุด ความสามารถในการแผ่กระจายของสเปรดอยู่ที่ระหว่าง 330.05 – 639.51 g.sec โดยข้าวสังข์หยดมีค่าการแผ่กระจายมากที่สุด คือ 639.51 g.sec และข้าวมันปุมมีการแผ่กระจายได้น้อยที่สุด มีค่า 330.05 อาจเป็นเพราะข้าวมันปุมมีความหนืดมากจึงทำให้การแผ่กระจายได้น้อย ลักษณะของสเปรดจึงมีความเหนียวข้น

ตารางที่ 4.5 ความข้นหนืด (Viscosity) และความสามารถในการแผ่กระจาย(Spreadability) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer

ชนิดข้าว	Viscosity (cP)	Spreadability (g.sec)
ข้าวจีบ	12437.00 ± 96.43 ^b	591.43±27.91 ^a
ข้าวมันปุม	14089.33 ± 22.50 ^a	330.05±16.91 ^b
ข้าวสังข์หยด	9516.33 ± 57.73 ^c	639.51±28.34 ^a

หมายเหตุ ^{a, b, c} หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากรูปที่ 4.1 ค่าความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability) จะเห็นได้ว่าไม่มีการแยกชั้นของน้ำมันในสเปรดข้าวทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากในสูตรจะมีปริมาณข้าวสูง ซึ่งข้าวมีความข้นหนืดสูงและมีคุณสมบัติในการรวมตัวกับน้ำหรือน้ำมันได้ดีจึงทำให้สเปรดไม่แยกชั้นจากกัน โดยทำตามวิธีของ Kim et al., (2009)



ภาพที่ 4.1 ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability)

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวไทยสีแดงที่เหมาะสมในการทำสเปรต โดยใช้ข้าว 3 ชนิด ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปู และข้าวสังข์หยด นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ดังตารางที่ 4.6 พบว่า

ด้านสี พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของสเปรตจากข้าวไทย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสเปรตข้าวสังข์หยดได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 6.58 ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

ด้านกลิ่น พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของสเปรตจากข้าวไทย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสเปรตข้าวสังข์หยดได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดแต่ไม่ต่างจากสเปรตข้าวมันปู โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 6.58 ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

ด้านรสชาติ พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของสเปรตจากข้าวไทย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสเปรตข้าวสังข์หยดได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 7.36 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง

ด้านเนื้อสัมผัส (ความหนืด) พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของสเปรตจากข้าวไทย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสเปรตข้าวสังข์หยดได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 7.34 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง

ความชอบโดยรวม พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของสเปรตจากข้าวไทย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสเปรตข้าวสังข์หยดได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 7.62 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง

ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของสเปรตสูตรมาตรฐาน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ข้าวจีบ	ข้าวมันปู	ข้าวสังข์หยด
สี	6.58 ± 1.12^c	7.08 ± 1.12^b	7.56 ± 0.97^a
กลิ่น	6.52 ± 1.36^b	6.80 ± 1.17^{ab}	7.08 ± 0.89^a
รสชาติ	6.58 ± 1.14^b	6.68 ± 1.03^b	7.36 ± 1.20^a
เนื้อสัมผัส (ความหนืด)	6.50 ± 1.21^b	6.64 ± 1.25^b	7.34 ± 1.11^a
ความชอบโดยรวม	6.66 ± 1.11^c	7.04 ± 0.98^b	7.62 ± 1.02^a

*หมายเหตุ ^{a, b, c} แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.3 ศึกษาชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมต่อการผลิตแซนวิชสเปรต ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน

ค่าสี L^* a^* b^* ของข้าวทั้ง 3 ชนิด แสดงในตารางที่ 4.7 ค่าสี L^* แสดงถึงค่าความสว่าง โดยค่าระหว่าง 0 (สีดำ) – 100 (สว่างมากหรือสีขาว) ขณะที่ค่าสี a^* คือค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ และค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลืองแต่ถ้าค่า b^* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน ผลการศึกษาพบว่าน้ำมันทั้ง 3 ชนิดมีค่าความสว่างอยู่ที่ 55.49 – 60.62 โดยน้ำมันดอกทานตะวัน 8% และน้ำมันรำข้าว 8% มีค่าความสว่างมากที่สุด โดยน้ำมันทั้ง 3 ชนิด เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมันมากขึ้นจะทำให้ค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้น ค่าสีแดงของน้ำมันทั้ง 3 ชนิด โดยมีค่า a^* อยู่ในช่วง 10.02 – 11.58 สำหรับค่า b^* อยู่ในโทนสีเหลือง มีค่าระหว่าง 14.16 – 15.77 โดยน้ำมันแต่ละชนิดมีสีที่แตกต่างกันดังนั้นเมื่อเติมน้ำมันลงในสเปรตข้าวจึงให้สีที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.7 ค่าสีที่วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Hunter Color Lab

ชนิดและปริมาณของน้ำมัน (%)	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
น้ำมันดอกทานตะวัน 6%	59.09 ± 0.48 ^b	10.76 ± 0.11 ^c	14.69 ± 0.08 ^b
มันดอกทานตะวัน 8%	60.62 ± 0.38 ^a	10.25 ± 0.07 ^d	14.69 ± 0.16 ^b
น้ำมันรำข้าว 6%	58.31 ± 0.49 ^c	10.42 ± 0.11 ^d	14.81 ± 0.30 ^b
น้ำมันรำข้าว 8%	60.57 ± 0.58 ^a	10.02 ± 0.17 ^e	15.77 ± 0.07 ^a
น้ำมันมะพร้าว 6%	55.49 ± 0.69 ^d	11.58 ± 0.15 ^a	13.72 ± 0.07 ^d
น้ำมันมะพร้าว 8%	56.03 ± 0.84 ^d	11.11 ± 0.25 ^b	14.16 ± 0.07 ^c

*หมายเหตุ a, b, c... แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.8 เมื่อทดแทนน้ำมันทั้ง 3 ชนิดในสเปรตจากข้าวไทยสีแดง พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ (α_w) ของสเปรตข้าวจากข้าวไทยสีแดงที่ทดแทนน้ำมันทั้ง 3 ชนิดมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และค่าความสามารถในการแผ่กระจายของสเปรตจากข้าวไทยสีแดง พบว่าน้ำมันรำข้าวปริมาณที่ 8% มีค่าการแผ่กระจายตัวมากที่สุด มีค่าอยู่ที่ 961.79 g.sec เนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีปริมาณความหนืดน้อยที่สุด ดังนั้นจึงทำให้มีการแผ่กระจายตัวได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดอกทานตะวันและน้ำมันมะพร้าว

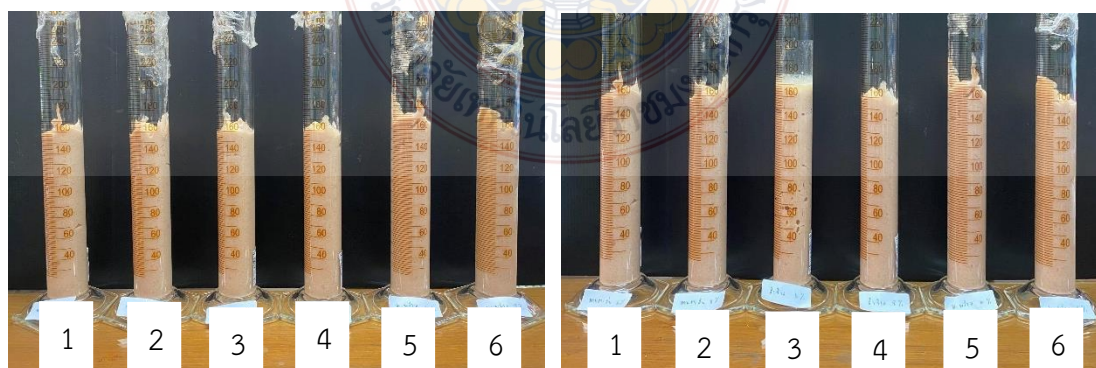
ตารางที่ 4.8 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) และความสามารถในการแผ่กระจาย (Spreadability)

ชนิดและปริมาณของน้ำมัน (%)	a_w^{ns}	Spreadability (g.sec)
น้ำมันดอกทานตะวัน 6%	0.97 ± 0.01	752.96 ± 30.04^c
น้ำมันดอกทานตะวัน 8%	0.97 ± 0.01	752.18 ± 29.88^c
น้ำมันรำข้าว 6%	0.97 ± 0.01	841.25 ± 18.67^b
น้ำมันรำข้าว 8%	0.97 ± 0.01	961.79 ± 29.98^a
น้ำมันมะพร้าว 6%	0.97 ± 0.01	762.49 ± 16.38^c
น้ำมันมะพร้าว 8%	0.97 ± 0.01	730.40 ± 25.04^c

*หมายเหตุ a, b, c หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การแยกชั้นของน้ำมันจากภาพที่ 4.2 การแยกชั้นของน้ำมัน (Oil separation) โดยนำสเปรดกรบอกตวง 160 ml. เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน เพื่อดูการแยกชั้นของน้ำมันตามวิธีของ N. H. Mohd Rozalli (2016) พบว่าเมื่อเก็บสเปรดข้าวสังข์หยดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน สเปรดไม่มีการแยกชั้นของน้ำมัน ซึ่งข้าวมีความชื้นหนืดสูงและมีคุณสมบัติในการรวมตัวกับน้ำหรือน้ำมันได้ดีจึงทำให้สเปรดไม่แยกชั้นจากกัน



วันที่ 1

1 = น้ำมันทานตะวัน 6%

3 = น้ำมันรำข้าว 6%

5 = น้ำมันมะพร้าว 6%

วันที่ 14

2 = น้ำมันทานตะวัน 8%

4 = น้ำมันรำข้าว 8%

6 = น้ำมันมะพร้าว 8%

ภาพที่ 4.2 การแยกชั้นของน้ำมัน (Oil separation)

จากการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ของแซนวิชสเปรดที่ทดแทนด้วยน้ำมัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน และแปรปริมาณน้ำมันเป็น 2 ระดับคือ 6 และ 8 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9) พบว่า แซนวิชสเปรดที่ทดแทนด้วยน้ำมันมะพร้าวในปริมาณ 8 % มีค่าเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 53.53 ซึ่งเป็นค่าเปอร์ออกไซด์ที่สูง โดยค่าเปอร์ออกไซด์จะเป็นค่าที่ใช้การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน (rancidity) และเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของน้ำมันและไขมันรวมทั้งอาหารที่มีไขมันสูง ดังนั้นน้ำมันมะพร้าวจึงไม่เหมาะแก่การทดแทนน้ำมันในแซนวิชสเปรด ในทางตรงกันข้ามแซนวิชสเปรดที่ทดแทนด้วยน้ำมันรำข้าวในปริมาณ 8 % มีค่าเปอร์ออกไซด์เท่ากับ 34.96 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยสุด เนื่องจากในน้ำมันรำข้าวมีองค์ประกอบที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คือ แกมมาโอไรซานอล (gamma-oryzanol) อยู่ซึ่งทำหน้าที่ในการป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมันได้ ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าการทดแทนน้ำมันรำข้าวในแซนวิชสเปรดจะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ และยังเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แซนวิชสเปรดได้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value; PV) ของแซนวิชสเปรดที่ทดแทนด้วยน้ำมัน 3 ชนิด ในปริมาณ 6 % และ 8 %

ตัวอย่าง	ชนิดของน้ำมัน	ปริมาณของน้ำมัน (%)	ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) (มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อ น้ำมัน 1 กิโลกรัม)
1	น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน	6	41.18±1.96 ^c
2	น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน	8	46.99±1.09 ^b
3	น้ำมันรำข้าว	6	45.03±1.93 ^b
4	น้ำมันรำข้าว	8	34.96±2.21 ^d
5	น้ำมันมะพร้าว	6	45.75±1.99 ^b
6	น้ำมันมะพร้าว	8	53.53±2.67 ^a

*หมายเหตุ a,b,c ... หมายถึง อักษรในแนวดังเดียวกันที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสเปรตข้าวที่ทดแทนน้ำมันทั้ง 3 ชนิด แสดงในตารางที่ 4.10 พบว่าเมื่อทดแทนน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ในปริมาณ 6 และ 8% พบว่าปริมาณไขมันของน้ำมันที่ทดแทน 8% มีค่าสูงขึ้นมากกว่าที่ทดแทนน้ำมัน 6% ส่วนปริมาณโปรตีนและเส้นใย มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ปริมาณเถ้าแสดงให้เห็นถึงปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ที่อยู่ในสเปรตข้าว พบว่า เมื่อทดแทนน้ำมันทั้ง 3 พบว่าน้ำมันมะพร้าวที่ 8% มีปริมาณเถ้าที่น้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากน้ำมันรำข้าว 6% และน้ำมันดอกทานตะวัน 8% ส่วนน้ำมันมะพร้าวที่ 6% มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด คือ 52.51%

ตารางที่ 4.10 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแซนวิชสเปรตที่ทดแทนด้วยน้ำมัน 3 ชนิด ในปริมาณ 6 % และ 8 % (Proximate analysis)

ชนิดและปริมาณของน้ำมัน (%)	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)				
	โปรตีน ^{ns}	ไขมัน	เส้นใย ทั้งหมด ^{ns}	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน 6%	9.58±0.25	9.12±0.17 ^d	4.53±0.09	3.78±0.08 ^a	51.70±0.38 ^b
น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน 8%	9.54±0.18	11.12±0.15 ^a	4.53±0.05	3.69±0.05 ^{ab}	48.56±0.28 ^e
น้ำมันรำข้าว 6%	9.62±0.17	9.16±0.08 ^d	4.59±0.02	3.64±0.12 ^{ab}	51.16±0.36 ^c
น้ำมันรำข้าว 8%	9.68±0.13	10.55±0.07 ^b	4.56±0.07	3.72±0.02 ^a	48.17±0.09 ^e
น้ำมันมะพร้าว 6%	9.55±0.06	7.83±0.07 ^e	4.51±0.09	3.67±0.05 ^{ab}	52.51±0.10 ^a
น้ำมันมะพร้าว 8%	9.62±0.17	9.63±0.06 ^c	4.61±0.01	3.55±0.11 ^b	49.67±0.24 ^d

หมายเหตุ a,b...หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ns หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของสเปรตข้าวไทยสีแดงที่ใช้ไขมันแตกต่างกัน 3 ชนิด โดยใช้น้ำมัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันรำข้าว น้ำมันมะพร้าว ที่ระดับ 6% และ 8% นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น ความหนืด และความชอบโดยรวม ดังตารางที่ 4.11 พบว่า

ด้านสี พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของสเปรตจากข้าวไทย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสเปรตที่ใช้ไขมันรำข้าว 6% ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 4.96 ซึ่งอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย

ด้านกลิ่น พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของสเปรตจากข้าวไทย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 3.63 – 3.93 ซึ่งอยู่ในระดับไม่ชอบ

ด้านความหนืด พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของสเปรตจากข้าวไทย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 4.60 – 4.93 ซึ่งอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย

ความชอบโดยรวม พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของสเปรตจากข้าวไทย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสเปรตข้าวสังข์หยดที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ 8% ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ที่ 5.06 ซึ่งอยู่ในระดับเฉย ๆ ดังนั้นผู้คณะผู้วิจัยจึงเลือกน้ำมันรำข้าวที่ระดับ 8% ซึ่งมีราคาที่ถูกกว่าน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน และมีโอรีซานอล (oryzanol) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติที่พบเฉพาะในน้ำมันรำข้าวเท่านั้น ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอีถึง 6 เท่า ซึ่งอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดโรคมะเร็งและโรคหลอดเลือดหัวใจตีบตัน และในน้ำมันรำข้าวยังมีวิตามินอีถึง 2 กลุ่มคือ กลุ่มโทโคฟีรอล (tocopherol) และกลุ่มโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระที่เนื้อเยื่อของเซลล์ ทำให้โครงสร้างและการทำงานของเยื่อเซลล์เป็นปกติ ลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง (การเลือกใช้น้ำมันประกอบอาหาร, ออนไลน์, 2561)

ตารางที่ 4.11 ผลการศึกษาการใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน เพื่อทดแทนน้ำมันพืชทดแทนในการผลิตสเปรตจากข้าวไทย

ชนิดและปริมาณของน้ำมัน (%)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น ^{ns}	ความหนืด ^{ns}	ความชอบรวม
น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน 6%	4.30±1.44 ^b	3.66±1.29	4.70±1.48	4.36±1.15 ^b
น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน 8%	4.80±1.32 ^{ab}	3.66±1.68	4.96±1.49	4.73±1.41 ^{ab}
น้ำมันรำข้าว 6%	4.96±1.12 ^a	3.80±1.37	4.80±1.51	4.76±1.16 ^{ab}
น้ำมันรำข้าว 8%	4.60±1.32 ^{ab}	3.93±1.17	4.60±1.37	5.06±1.26 ^a
น้ำมันมะพร้าว 6%	4.63±1.06 ^{ab}	3.63±1.49	4.66±1.64	4.60±1.16 ^{ab}
น้ำมันมะพร้าว 8%	4.96±1.32 ^a	3.73±1.70	4.93±1.52	4.66±1.21 ^{ab}

หมายเหตุ a,b...หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวไทยสีแดง ซึ่งทำการเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด และนำมาทำการทดสอบแบบ Central Location Test (CLT) ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถามความชอบและไม่ชอบผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณ แล้วรายงานเป็นร้อยละ พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์จำนวน 58 คน (คิดเป็นร้อยละ 58) และไม่ชอบผลิตภัณฑ์จำนวน 42 คน (คิดเป็นร้อยละ 42) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ดังนั้นผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวไทยสีแดงที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ มีโอกาสที่จะสามารถออกจำหน่ายในท้องตลาดได้



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาคุณสมบัติของข้าวไทยสีแดง ได้แก่ ข้าวจีบ ข้าวมันปู ข้าวสังข์หยด พบว่า ข้าวสังข์หยด มีคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด โดยมีปริมาณแอนโทไซยานิน 18.06 mg./100g และมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด เมื่อนำมาผลิตเป็นสเปรตพบว่าข้าวสังข์หยดมีความหนืดน้อยที่สุดจึงทำให้มีความสามารถในการแผ่กระจายได้ดี และเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สเปรตจากข้าวสังข์หยดได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด เมื่อทดแทนน้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน พบว่า น้ำมันรำข้าวมีความสามารถในการแผ่กระจายได้มากที่สุดและค่าเพอร์ออกไซด์ของน้ำมันรำข้าวน้อยที่สุดซึ่งแสดงว่าน้ำมันรำข้าวจะเกิดกลิ่นหืนได้น้อยกว่าน้ำมันชนิดอื่น (น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันดอกทานตะวัน) เมื่อนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า น้ำมันรำข้าวที่ 8% ได้รับความชอบมากที่สุด

บรรณานุกรม

กรมการค้าข้าว. (มปป). **องค์ความรู้เรื่องข้าว**. ออนไลน์

<http://www.ricethailand.go.th/Rkb/product/index.php-file=content.php&id=3.htm>

(25 เมษายน 2563)

กล้านรงค์ ศรีรอท, รุ่งทิวา วันสุขศรี, สุนีย์ โชตินิรนาท และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2544. **การเตรียมและคุณสมบัติของโปรตีนในแป้งข้าว**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 5-7 กุมภาพันธ์ 2544.

การเลือกใช้น้ำมันประกอบอาหาร. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://http://www.lovefitt.com> (วันที่สืบค้น 10 มกราคม 2561).

ข้าวสังข์หยดพัทลุง. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://www.thairicedb.com> (วันที่สืบค้น 16 มกราคม 2561).

คมสัน หุตะแพทย์. 2548. **เกษตรกรรมธรรมชาติ**. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ

นพวรรณ ชีราวัฒน์, วิภาพร เกิดช่าง, สิบสองเมษา สามงามเขียวและจิตรารัตน์ พรหมมา. 2560. **การศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวกล้องหอมด่ำสุโขทัย2 ข้าวกล้องหอมแดงสุโขทัย1 และข้าวดอกข่า**. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 22 ธันวาคม 2560. หน้า 1031 – 1034.

นิธิยา รัตนานนท์. 2551. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

นรินทร์ เจริญพันธ์. 2552. **การศึกษาเรื่องสูตรและอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สเปรดจากโปรตีนมะพร้าว**. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บริบูรณ์ สัมฤทธิ์. 2542. **ข้าวแดงหอมและมาตรฐานการปลูก**. กรุงเทพมหานคร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประเสริฐ รัตนะ. 2545. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์แซนด์วิชสเปรดถั่วเมล็ดแห้ง**. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ, วิชชุดา สังข์แก้ว, และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์. 2555. **คุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์**. วิทยาศาสตร์เกษตร. 43(2): 173-176.

มัสตาร์ด-อาหารเพื่อสุขภาพ. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://www.thaikasetsart.com> (วันที่สืบค้น 10 มกราคม 2561).

- วรรณา ตั้งเจริญชัย. เกลือ. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://www.bangkokhelth.com> (วันที่สืบค้น 16 มกราคม 2561).
- วนิดา จันทรสม, เฉลิม จันทรสม, นุชสิริ เลิศวุฒิโสภณ. 2560. การศึกษาปริมาณสารฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานินเดี่ยว วิตามินอี และแกมมาโอโรซานอลในข้าวสีพันธุ์ต่างๆ ของไทย. ธรรมชาติศาสตร์เวชสาร ปีที่ ๑๗ ฉบับที่ ๒ ประจำเดือนเมษายน-มิถุนายน ๒๕๖๐.
- วรารณ ประเสริฐ, งามจิตร โลวิฑูร และ อุไร เผ่าสังข์ทอง. 2555. การพัฒนาแซนด์วิชสเปรดลดไขมันจากน้ำมันถั่วเหลือง. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 30 (ฉบับที่ 2) หน้า 166
- วิชัย หฤทัยธนาสันต์. ฟีนทสเปรด. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <http://www.peanutcrsp.kapi.ku.ac.th> (วันที่สืบค้น 27 กุมภาพันธ์ 2561)
- วาสนา จักรแก้ว, อานง ใจแน่น, สุรีย์พร ธัญญะกิจ, กาญจนา ลอเลิศลักษณ์, จิตติรฎา ไยสำลี และ ปานนรี แก้ววงษ์. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์งาขี้ม้อนสเปรดเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- สุธยา พิมพ์พิไล. 2549. การศึกษากรรมวิธีการผลิตข้าวหอมมะลิแดงแบบหุงสุกเร็ว. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- โสธยา เกิดพิบูลย์, จักรพงษ์ โสวะพันธ์, ประกาย ผิวทอง และ อรอนงค์ ฐานพันธ์นิตกุล. 2554. ผลของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาที่ใช้ในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพของฟักทองสเปรด. วารสารวิจัย มข. ปีที่ 16 (ฉบับที่ 1) หน้า 32.
- AOAC. 2006. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists Inc. 18th ed., Gaithersburg.
- Bhattacharjee, P., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R. 2002. **Basmati rice**. International Journal of Food Science and Technology. 37(1): 1-12.
- Julino, B. O. 1972. **Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice**. Rice Breeding. Los Baños. Philippines. P.389- 405.
- Kim M.I., Shim J.Y., K.H. Park B.Y, Imm S. Oh and J.Y. Imm. 2009. **Optimization of the enzymatic modification of egg yolk by phospholipase A₂ to improve its functionality for mayonnaise production**. Lwt - Food Science and Technology. 42: 250-255.

- Lee J., Durst R. W., and Worlstad, R. E. 2005. **Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method.** Journal of AOAC International. 88(5): 1269 -1278.
- N. H. Mohd Rozalli, N. L. Chin, Y. A. Yusof, N. Mahyudin. 2016. **Quality changes of stabilizer-free natural peanut butter during storage.** Journal of Food Science and Technology. 53(1): 694 – 702.
- Pegg, R. B. 2005. In R. E. Wrolstad, T. E. Acree, E. A. Decker, M. H. Penner, D. S. Reid, S. J. Schwartz, C. F. Shoemaker, D. Smith and P. Sporn (eds.), **Handbook of Food Analytical Chemistry**, Vol. 1, Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons. pp. 515-543.
- Soraya kerdpiboon, Chakapong Sovaphan, Prakai Phiwthong, Onanong thapanapunnitikul. 2011. **Effect of emulsifiers and mixing time on physical properties of pumpkin spread.** KKU Research Journal. 16(1): 32-40.

ภาคผนวก

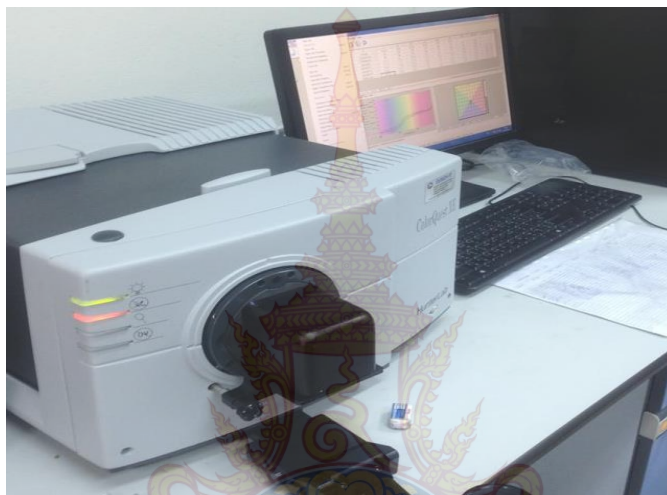


ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. การใช้เครื่องวัดสีพร้อมโปรแกรม



ภาพที่ ก 1.1 เครื่องวัดสี (Hunter Lab รุ่น Color Quest XE)

วิธีการ

1.1 เปิดเครื่องวัดสี พร้อมทั้งเปิดคอมพิวเตอร์ที่หน้าจอ windows เลือก Double Click ที่ Icon EasyMatchQC

1.2 ที่หน้าจอของโปรแกรม EasyMatchQC เข้า Menu Sensor แล้วเลือก Set Modes ทำการเลือก Mode ที่จะใช้งานแล้วกด Click ที่ Standardize

1.3 การทำ Standardize ใน Mode RSIN และ RSEX (วัดตัวอย่างใน Mode Transmission)

1.3.1 เมื่อเลือก Mode Type RSIN, RSEX พร้อม Set ค่าอย่างอื่นตามต้องการแล้วกด Standardize

1.3.2 โปรแกรมจะถามหา Light Trap ให้วาง Light Trap ที่ Reflectance Port กด Next

1.3.3 โปรแกรมจะถามหาแผ่น White tile ให้วางแผ่น White tile ที่ Reflectance Port กด Next

1.4 การทำ Standardize ใน Mode TTRAN, RTRAN

1.4.1 เลือก Mode Type TTRAN, RTRAN กด Standardize

1.4.2 TTRAN โปรแกรมจะถามหา Black card ให้วาง Black card ปิด Transmission Port ด้านที่ติดกับ Sphere กด Next

1.4.3 RTRAN โปรแกรมจะถามหา Black card ให้วาง Black card ปิด Transmission Port ด้านที่ติดกับ Len กด Next

1.4.4 ให้เอา Black card ออกจาก Transmission Port

1.4.5 TTRAN วาง Cell Blank ที่ Transmission Port ด้านที่ติดกับ Sphere ปิดฝา วาง White tile ปิดที่ Reflectance Port กด Next

1.4.6 RTRAN วาง Cell Blank ที่ Transmission Port ด้านที่ติดกับ Len ปิดฝา วาง White tile ปิดที่ Reflectance Port กด Next

1.4.7 เสร็จสิ้นขั้นตอนการทำ Standardize กด Finish แล้วกด OK พร้อมสำหรับวัดตัวอย่าง ในส่วนของ Transmission

1.5 ทำการกำหนด JOB โดยเข้า Menu File เลือก JOB โดยถ้า JOB ใหม่ กด New Job, JOB เก่า กด Open Job

1.6 การวัดตัวอย่างที่เป็น Standard เลือกกดที่ ICON ที่ Toolbar หรือกด F2

1.7 การวัดตัวอย่างที่เป็น Sample เลือกกดที่ ICON ที่ Toolbar หรือกด F3

1.8 หน้าจอหลักที่ใช้ดูค่า Scale สี คือ หน้าจอ Color Data Table

2. วิธีการใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)



ภาพที่ ก 1.2 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

วิธีการ

2.1 เริ่มทำงาน

2.1.1 เปิดคอมพิวเตอร์และเครื่อง Texture analyzer

2.1.2 คลิกที่ Start → Program → Texture Expert → Texture Expert

U.S. English จะปรากฏหน้าต่าง User selection คลิก OK

2.1.3 จากนั้นไปที่ไฟล์ เลือก New Project จะปรากฏหน้าต่างของ Project (ถ้าใช้เป็นครั้งแรก) หรือถ้าไม่ต้องการจะตั้ง Project เลือก Restart จะปรากฏหน้าต่างของกราฟ

2.1.4 กรณีมีข้อมูลแล้ว ให้คลิกที่ Open icon จะปรากฏหน้าต่างของ Open ให้เลือกชื่อไฟล์ตามต้องการ โดยเปลี่ยนชนิดของไฟล์ได้ที่ List Files of Type โดย *.ART คือไฟล์ที่เป็นกราฟ *.RES คือไฟล์ที่เป็นตารางข้อมูล *.PRJ คือไฟล์ที่เป็น Project Document *.MAC คือไฟล์ที่เป็น Macro และ *.LIS คือไฟล์ที่เป็นข้อมูลดิบ

2.2 การปรับเทียบ (calibration)

2.2.1 จะต้องทำการ calibration Force ทุกครั้งที่ทำการทดสอบ โดยไปที่ T.A. บน Menu bar เลือก Calibration Force จะปรากฏหน้าต่างของ Force calibration ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีหัววัดติดอยู่ที่ Calibration plate form จากนั้นให้คลิก OK

2.2.2 เมื่อปฏิบัติตามข้อ 2.2.1 แล้วจะปรากฏหน้าต่างใหม่ของ Force calibration ต่อไปให้วางตุ้มน้ำหนัก 2 กิโลกรัม บน calibration plateform จากนั้นให้คลิก OK

2.2.3 เมื่อปรากฏข้อความว่า “Calibration Successful” ให้ยกตุ้มน้ำหนักลง แล้วคลิก OK

2.3 การทำ T.A. Setting

2.3.1 ไปที่ T.A. เลือก T.A. Setting (หรือ F4) จะปรากฏหน้าต่างของ Texture Analyzer Setting ตั้งค่าพารามิเตอร์ โดยค่าพารามิเตอร์สำหรับวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์แป้งทำเส้นพาสต้ามีดังนี้

ความสามารถในการแผ่กระจาย(spreadability)

Accessory: Conical probe 45°

Mode: Measure force in Compression

Option: Return To Start

Pre-Test Speed: 2.0 mm/s

Test speed: 1 mm/s

Post – test speed: 10.0 mm/s

Distance: 30 mm.

Trigger Type: Auto-5g

2.4 การทำ Run a Test

2.4.1 เมื่อวางตัวอย่างบนแท่นทดสอบหรือหัววัดชุดล่างเรียบร้อยแล้ว ให้เลือก T.A. บน Menu bar เลือก Run a Test (หรือ F2) จะปรากฏหน้าต่างของ Run a Test พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีความหมายดังนี้

Auto Save: บันทึกข้อมูลโดยอัตโนมัติตาม drive หรือ path ที่ตั้งไว้

Field Id: ตั้งชื่อไฟล์สำหรับกราฟแสดงผล (5 ตัวอักษร)

Field No: ตั้งหมายเลขไฟล์ (จำเป็นในครั้งแรกเพราะจะเพิ่มขึ้นเองโดยอัตโนมัติ หลังจากแต่ละไฟล์ถูกบันทึก)

Drive: ตำแหน่งที่จะให้บันทึกข้อมูลไว้

Title: ตั้งชื่อกราฟแสดงผล

Note: บันทึกรายละเอียดของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

Probe and Product Data: เลือกชนิดของ Probe ให้ตรงกับที่นำมาใช้

Configure: ใส่ Product dimension

DeayStart: เมื่อต้องการเลื่อนเวลาในการเริ่มการวัดออกไป

Clear previous Graph: เมื่อต้องการให้ทดสอบแต่ละครั้งปรากฏกราฟเพียงอย่างเส้นเดียว (เป็นการลบ ARC file เดิมออก เพื่อให้ ARC file ใหม่เข้าแทนที่)

PPS: อัตราเร็วในการบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปใช้ 200 PPS

2.4.2 เมื่อตั้งค่าต่างๆเรียบร้อยแล้วให้คลิก OK เครื่องจะเริ่มทำการทดสอบพร้อมกับปรากฏเส้นกราฟบนหน้าต่างกราฟ ส่วนการทดสอบขั้นต่อไป ให้เลือกต่อไป ให้เลือก T.A. บน Menu bar เลือก Quick Test Run (หรือกดแป้น Ctrl + Q)

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. การวิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 2000)



ภาพภาคผนวก ก 2.1 ตู้ไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการวิเคราะห์

1. อบจานอลูมิเนียมที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นใน desicator และนำมาชั่งน้ำหนัก
2. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (ละเอียดถึง 0.0001 กรัม) ใส่ในจานอลูมิเนียมที่อบแห้งและชั่งน้ำหนักไว้แล้ว บันทึกน้ำหนัก
3. อบจานอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่างในตู้อบใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
4. นำออกจากตู้อบและปิดจานอลูมิเนียม ทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator และชั่งน้ำหนัก
5. นำเข้าอบต่ออีกครั้งละ 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักที่คงที่ (ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.0002 กรัม)

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(W_2 - W_3) \times 100}{(W_2 - W_1)}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียม เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมและตัวอย่าง ก่อนอบ เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมและตัวอย่าง หลังอบ เป็นกรัม

2. การวิเคราะห์เถ้า (AOAC, 2000)



ภาพภาคผนวก ก 2.2 เตาเผาไฟฟ้า

วิธีวิเคราะห์

1. อบด้วยกระบี่อบเคลือบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น 30 นาที ชั่งน้ำหนัก ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 1 กรัม
2. นำไปเผาด้วยไฟอ่อนๆบนเตาเผาไฟฟ้า โดยเพิ่มความร้อนขึ้นทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียมและเผาต่อจนหมดควัน
3. นำไปเผาคือในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550°C จนได้เถ้าสีขาว (ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง) ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ชั่งน้ำหนัก

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างและถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นกรัม

3. การวิเคราะห์ไขมัน (AOAC, 2000)



ภาพภาคผนวก ก 2.3 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดเครื่องน้ำหล่อเย็น หรือก้อนน้ำ
2. ชั่งน้ำหนักปีกเกอร์แห้ง และตัวอย่างลงในกระดาชกรองและใส่ลงในทิมเบล (thimble) ทำการบันทึกน้ำหนักคงที่ (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
3. วางทิมเบลลงในแชมเบอร์ (extraction chamber)
4. ปรับระดับ optical sensor ให้อยู่เหนือตัวอย่างประมาณ 1 เซนติเมตร
5. วางปีกเกอร์จากข้อ 2 ที่ตำแหน่งบนแผ่นให้ความร้อนด้านล่าง
6. เลื่อน rack ลงมาโดยกดปุ่ม Down จากหน้าจอ
7. เลื่อนตำแหน่งของตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ไปที่ Occupied Position แล้วเลือกคำสั่ง Yes
8. เลือกโปรแกรมในการทดสอบไปที่ File
9. เติมน้ำมันละลายปิโตรเลียมอีเทอร์จากด้านบนของคอนเดนเซอร์ หรือในปีกเกอร์
10. กดปุ่ม Start เริ่มการทำงาน เครื่องทำงานโดยอัตโนมัติทั้ง 3 ขั้นตอน (การสกัด, การชะล้าง, และการทำแห้ง)
11. เมื่อเสร็จการทำงาน นำปีกเกอร์อบแห้งจนน้ำหนักคงที่ ทำการคำนวณปริมาณไขมัน
12. เมื่อทำงานครั้งต่อไป สามารถทำงานได้ทันทีโดยทำซ้ำจากข้อ 2 จากนั้นกดปุ่ม START

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมันทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนัก ขวดแก้ว เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักตัวอย่างและขวดแก้ว เป็นกรัม

4. การวิเคราะห์โปรตีน (AOAC, 2000)



ภาพภาคผนวก ก 2.4 เครื่องย่อยโปรตีนและเครื่องกลั่นโปรตีน

วิธีวิเคราะห์

- การย่อยโปรตีน (K-424, Buchi (Thailand))
- 1. เปิดสวิตช์ด้านหลังเครื่อง และเริ่มวอร์มเครื่องโดยปรับปุ่มให้ความร้อนทั้ง 2 ด้าน ที่ตำแหน่ง 10 นานประมาณ 5 นาที
- 2. ซั่งตัวอย่างที่บดละเอียดใส่ลงในหลอดย่อยที่วางบนตะแกรง (rack)
- 3. เติมคะตะลิสต์ที่ผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟตกับโพแทสเซียมซัลเฟต (อัตราส่วน 0.5 ต่อ 10 ตามลำดับ) ลงในหลอดย่อยประมาณ 10-15 กรัม
- 4. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นประมาณ 20 มิลลิลิตร (ต่อตัวอย่าง 1 กรัม)
- 5. ปรับปุ่มให้ความร้อนที่ตำแหน่ง 8 และวางชุดรวบรวมกรด (suction) ด้านบนของหลอดย่อย ต่อสายของชุดรวบรวมกรดไปยังเครื่องดักจับไอกรด
- 6. เปิดเครื่องดักจับไอกรดหรือ water jet pump ก่อนทำการย่อย

7. วางตะแกรงที่มีตัวอย่างที่เตรียมไว้ลงในหลุมย่อย
8. ทำการย่อยจนกระทั่งตัวอย่างสีเขียวหรือฟ้าใส
9. เมื่อตัวอย่างใส ให้ยกตะแกรงแขวนไว้ที่ด้านข้างเครื่อง เพื่อพักหลอดให้เย็นและดักจับไอกรด
10. เมื่อไอกรดหมด ปิดสวิตช์เครื่องดักจับไอกรด
11. เมื่อหลอดย่อยเย็นที่อุณหภูมิห้อง ให้นำไปกลั่นที่เครื่องกลั่นต่อไป

● การกลั่น (K-350, Buchi (Thailand))

1. เปิดสวิตช์ด้านหลังเครื่อง เครื่องทำการวอร์มโดยอัตโนมัติ
2. เติมน้ำกลั่นปริมาณ 50 มิลลิลิตรลงในหลอดย่อย (มีตัวอย่างที่ผ่านเครื่องย่อย) และใส่ในเครื่องด้านซ้ายมือ
3. เติมกรดบอริก 4% ลงในฟลาสขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาณ 60 มิลลิลิตรและวางบนที่รองรับด้านขวามือ
4. กดปุ่ม REAGENT ค้างไว้เพื่อเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดย่อย โดยดูจากขีดบอกระดับด้านหลังหลอดย่อย (บนเครื่องกลั่น)
5. กดปุ่ม TIME เพื่อตั้งค่าระยะเวลาการกลั่น (นาที) โดยการกดปุ่มขึ้น ลง ปกติตั้งค่า 4 นาที
6. กดปุ่ม START เพื่อเริ่มทำงาน
7. เมื่อเครื่องทำการกลั่นเสร็จจะมีเสียงร้องเตือน จากนั้นนำตัวอย่างในฟลาสไปไตเตรตต่อไป
8. หลังจากทำงานเสร็จควรทำการ Cleaning โดยใส่น้ำลงไปในหลอดย่อยประมาณ 300 ml แล้วกด Start

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 1.4007}{W}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก)} = \text{ปริมาณไนโตรเจน} \times 6.25$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

N = ความเข้มข้นของกรดเป็นนอร์มอล

V_1 = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรกรดที่ใช้ไตเตรต Blank

5. การวิเคราะห์เส้นใยหยาบ (crude fiber) (AOAC, 2000)



ภาพภาคผนวก ก 2.5 เครื่องวิเคราะห์เส้นใยหยาบ

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันมาแล้วประมาณ 1 กรัม (W_1) ใส่ลงใน Filter crucible
2. นำ Filter crucible พร้อมตัวอย่างที่สกัดไขมันแล้วเข้าเครื่อง Fibertec hot extractor ละเปิดสวิตช์
3. ทำการย่อยตัวอย่างโดยการเติมสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 1.25% W/V จำนวน 150 มิลลิลิตร โดยเติม n-Octanol 2-3 หยดเพื่อป้องกันการเกิดฟอง ปรับความร้อนให้สม่ำเสมอ ตั้งเวลาย่อย 30 นาที
4. กรองและล้างตะกอนให้สะอาดโดยใช้น้ำร้อนประมาณ 3 ครั้ง
5. ทำการย่อยตัวอย่างโดยการเติมสารละลาย NaOH เข้มข้น 1.25% W/V จำนวน 150 มิลลิลิตร ปรับความร้อนให้เดือดสม่ำเสมอ ตั้งเวลาย่อย 30 นาที
6. กรองและล้างตะกอนให้สะอาดโดยใช้น้ำร้อนล้างประมาณ 3 ครั้ง
7. นำ Filter crucible พร้อมตะกอนเข้าเครื่อง Fibertec cool extractor เพื่อล้างตะกอนด้วย Acetone 1-2 ครั้ง
8. นำ Filter crucible พร้อมตะกอนไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
9. ทำให้เย็นใน Desiccator แล้วชั่ง Filter crucible พร้อมตะกอน บันทึกน้ำหนัก (W_2)
10. นำ Filter crucible พร้อมตะกอนไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
11. ทำให้เย็นใน Desiccator แล้วชั่ง Filter crucible พร้อมเถ้าที่เหลือ บันทึกน้ำหนัก (W_3)

วิธีการคำนวณ

ปริมาณเส้นใยหยาบทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก) = $\frac{W_4 \times (100 \% \text{ ความชื้น} - \% \text{ ไขมัน})}{W} \times 100$

W

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักถ้วย

W_2 = น้ำหนัก Filter crucible และตะกอน (หลังอบ)

W_3 = น้ำหนัก Filter crucible และเถ้า (หลังเผา)

W_4 = ปริมาณกาก

6) การวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ)

คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = $100 - (\% \text{ ความชื้น} + \% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ กาก})$



6. การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ (peroxide value)

ตามวิธีของ AOCS: Cd 8-53 (1998)

สารเคมี

1. สารละลาย acetic acid-chloroform
เตรียมโดยผสม acetic acid กับ chloroform ในอัตราส่วน 3:2
2. สารละลาย potassium iodide (KI)
เตรียมโดยละลาย KI อิมตัว เก็บในขวดสีชา
3. สารละลายมาตรฐาน sodium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ความเข้มข้น 0.1 N
เตรียมโดยสารละลาย sodium thiosulfate จำนวน 24.9 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร เก็บในขวดสีชาสารละลายที่ได้มีความเข้มข้น 0.1 N กรณีที่น้ำมันที่นำมาวิเคราะห์มีค่า peroxide value (PV) ต่ำไม่เกิน $2\text{mEq. O}_2/\text{kg}$ ควรใช้ sodium thiosulfate 0.1 N ทำการ standardized จนวนทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ปริมาตรมิลลิลิตร 100 ใส่ใน volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเพื่อไล่ออกซิเจน
4. สารละลายน้ำแป้งสุก 1%
เตรียมโดยซังแป้ง (potato starch iodometry) 1 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้ละลายและนำไปต้มนาน 2-3 นาที

การ Standardization สารละลาย Sodium thiosulphate

1. อบ potassium dichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์
2. ชั่งน้ำหนัก $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ให้มีน้ำหนักแน่นอนระหว่าง 0.16-0.2 กรัม ใน flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร และ hydrochloric acid (HCl) 5 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 5 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

4. ไทเทรตด้วยสารละลาย sodium thiosulphate เขย่าตลอดเวลา จนกระทั่งสีเหลือง ของสารละลายจางหายไปเกือบหมด เติมน้ำแบ่งเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ 2 มิลลิลิตร จะได้สารละลายสีน้ำเงินไทเทรตอย่างช้าๆ จนกระทั่งสีน้ำเงินจางหายไป
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย sodium thiosulphate มาตรฐาน จากสูตร

$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ (N)} = \frac{20.394 \times \text{น้ำหนักของ } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ ที่ซิงได้ (กรัม)}}{\text{Ml ของสารละลาย } \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$$

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5.00 ± 0.05 กรัมลงใน glass-stoppered Erlenmeyer ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลาย acetic acid:chloroform 3:2 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ปิดฝาจนแน่น แล้ว เขย่าให้ละลาย
3. เติมสารละลาย KI อิ่มตัว ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าตลอดเวลา 1 นาที เมื่อครบ เวลาให้เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร ลงในขวดทันที
4. เติมสารละลายน้ำแบ่ง 1% ประมาณ 2 มิลลิลิตร สารละลายจะกลายเป็นสีน้ำเงิน
5. ไทเทรตอย่างช้าๆ ด้วยสารละลาย sodium thiosulphate 0.01 N เขย่าอย่างแรง ไทเทรตจนกระทั่งสีฟ้าจางหายไป
6. ทดลองกับ Blank (โดยทำเหมือนข้อ 1-5 ทุกประการ ยกเว้นไม่ต้องเติมตัวอย่าง) โดย การไทเทรต blank จะต้องใช้สารละลาย sodium thiosulphate 0.01 N ไม่เกิน 0.1 มิลลิลิตร
7. คำนวณค่า peroxide value จากสูตร

$$\text{Peroxide vale (mEqv.o}_2\text{/kg)} = \frac{(S - B) \times N \times 1000}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

เมื่อ S = ปริมาตร (มิลลิลิตรของสารละลาย) sodium thiosulphate ที่ใช้ในการ ไทเทรตตัวอย่างน้ำมัน

B = ปริมาตร (มิลลิลิตรของสารละลาย) sodium thiosulphate ที่ใช้ในการ ไทเทรต blank

N = ความเข้มข้นของสารละลาย sodium thiosulphate



ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9 – Point Hedonic Scale

ความชอบของสเปรตข้าวไทยสีแดง

วันที่

ผลิตภัณฑ์ สเปรต

คำชี้แจง กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ตามความรู้สึกของท่าน ตามคำอธิบายและคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกลืนน้ำทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างต่อไป

ไม่ชอบมากที่สุด = 1

ไม่ชอบมาก = 2

ไม่ชอบปานกลาง = 3

ไม่ชอบเล็กน้อย = 4

เฉยๆ = 5

ชอบเล็กน้อย = 6

ชอบปานกลาง = 7

ชอบมาก = 8

ชอบมากที่สุด = 9

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	รหัสตัวอย่าง		
			
1.ความชอบด้านสี (สเปรต)			
2.ความชอบด้านกลิ่น (สเปรต)			
3.ความชอบด้านความข้นหนืด (สเปรต)			
4.ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9 – Point Hedonic Scale

ความชอบของสเปรตข้าวสังข์หยด

วันที่

ผลิตภัณฑ์ สเปรต

คำชี้แจง กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ตามความรู้สึกของท่าน ตามคำอธิบายและคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกลืนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนชิมตัวอย่างต่อไป

ไม่ชอบมากที่สุด = 1

ไม่ชอบมาก = 2

ไม่ชอบปานกลาง = 3

ไม่ชอบเล็กน้อย = 4

เฉยๆ = 5

ชอบเล็กน้อย = 6

ชอบปานกลาง = 7

ชอบมาก = 8

ชอบมากที่สุด = 9

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	รหัสตัวอย่าง					
						
1.ความชอบด้านสี (สเปรต)						
2.ความชอบด้านกลิ่น (สเปรต)						
3.ความชอบด้านความข้นหนืด (สเปรต)						
4.ความชอบโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภค

ความชอบและไม่ชอบของสเปรตข้าวสังข์หยด

วันที่

ผลิตภัณฑ์ สเปรต

คำชี้แจง กรุณาชิมตัวอย่าง แล้วประเมินความชอบ และไม่ชอบผลิตภัณฑ์ ตามความรู้สึกของท่าน

☐ ชอบ

☐ ไม่ชอบ

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....