การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

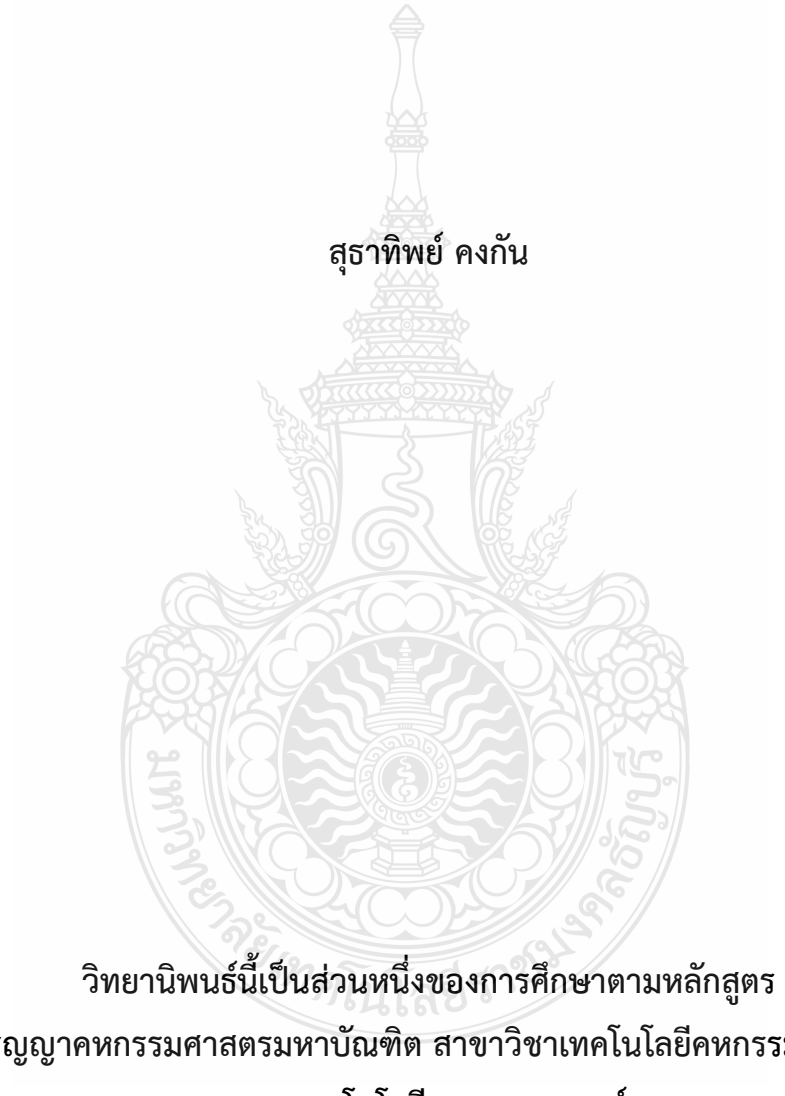
DEVELOPMENT OF MASSAMAN FLAVORED SANGYOD RICE (*Oryza sativa* L.) SPREAD

สุธาทิพย์ คงกัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

สุธาทิพย์ คงกัน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น Development of Massaman Flavored Sangyod Rice (*Oryza sativa* L.) Spread
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พิมพ์สิรี สุวรรณ, Ph.D.
ปีการศึกษา	2563

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.)

..... กรรมการ
(อาจารย์สุภาพร พาเจริญ, Ph.D.)

..... กรรมการ
(อาจารย์พิมพ์สิรี สุวรรณ, Ph.D.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)
วันที่ 8 เดือน เมษายน พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พิมพ์สิรี สุวรรณ, Ph.D.
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด 2) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ 3) ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น และ 4) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด จำนวน 150 คน ด้วยวิธี Central Location Test (CLT) โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิของลูกกลิ้ง แปรเป็น 3 ระดับ คือ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส และอัตราการหมุนของลูกกลิ้ง แปรเป็น 2 ระดับ คือ 1 และ 2 รอบต่อนาที วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 30 และ 40 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 20, 25 และ 30 และปริมาณเนยสดร้อยละ 10 และ 20 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

ผลการศึกษา พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์สเปรดมีรสหวาน และอยากให้มีรสแกงมัสมั่น สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ คือ อุณหภูมิลูกกลิ้ง 140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แผ่นแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์สามารถหลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ดี มีค่าความหนืดสุดท้ายและค่าการคืนตัวที่ต่ำ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นมีการป้ายทาที่ง่ายกว่าแป้งพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะอื่น สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น คือ มีปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ร้อยละ 30 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 20 และปริมาณเนยสดร้อยละ 10 มีค่าการป้ายทาที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสเปรดในท้องตลาด (Control) ($p>0.05$) ในผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นมีใยอาหาร 3.91 กรัม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH 45.18 mg/eq (Trolox) จุลินทรีย์ทั้งหมด $2.7x10^2$ cfu/g ยีสต์และรา <10 cfu/g ซึ่งไม่เกินข้อกำหนดตามมาตรฐานน้ำพริกเผา (มผช.4/2556) เมื่อมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า มีค่าความชอบโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ สเปรด ข้าวสังข์หยด พรีเจลาติไนซ์

Thesis Title	Product Development of Massaman Flavored Sangyod Rice (*Oryza sativa* L.) Spread
Name – Surname	Miss Suthatip Kongkan
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Orawan Oupathumpanont, Ph.D.
Thesis Co - advisor	Miss Pimsiree Suwan, Ph.D.
Academic Year	2020

ABSTRACT

This study aimed to: 1) study the consumer concepts in product development of spread, 2) examine the optimum conditions of pregelatinized Sangyod rice flour production, 3) investigate the finest recipe of Massaman flavored Sangyod rice spread, 4) analyse physical, chemical quality of Massaman flavored Sangyod rice spread and evaluate consumer acceptance.

A consumer conceptual study of spread development was conducted of 150 consumers using Central Location Test (CLT). The optimal condition for pregelatinized Sangyod rice flour production was studied, including drum drier roller temperature at 3 levels: 120, 130 and 140 degrees Celsius and roller rotation rate at 2 levels: 1 and 2 rpm. Factorial in CRD experiments were designed to find the finest recipe of Massaman flavored Sangyod rice spread. Thirty and forty percent of pregelatinized Sangyod rice starch was studied along with 20, 25, and 30% of Massaman curry paste and 10 and 20% of butter. Physico-chemical and microbiological qualities of Massaman flavored Sangyod rice spread, and consumer acceptance were evaluated.

The study results showed that most of consumers wanted the product to have sweet tast and with Massaman curry flavor. The optimum condition for pregelatinized Sangyod rice flour production was the roller temperature of 140 degrees Celsius and the roller speed of 1 rpm. With these conditions, the pregelatinized Sangyod rice flour could be easily scraped off the roller surface and it also resulted in low final viscosity and recovery values. This allowed the product to spread easier than that of pregelatinized Sangyod rice flour in other conditions. The finest recipe of Massaman flavored Sangyod rice spread contained 30% of pregelatinized Sangyod rice flour, 20% of Massaman curry paste and 10% of butter with no statistically significant difference with other spread products in the market ($p>0.05$). Massaman flavored Sangyod rice spread had 3.91 g of fiber affecting antioxidant activity by DPPH of 45.18 mg/eq (Trolox). The total plate count

was $2.7x10^2$ cfu/g and yeasts and molds were <1 0 cfu/g, which do not exceed the requirements of chili paste standards (PSU 4/2556). Regarding consumer acceptance test, it was found that the overall preference was at a moderate level.

Keywords: product development, spread, Sangyod rice, pregelatinized

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.พิมพ์สิรี สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ขอขอบคุณที่ได้เสียสละเวลาให้ความกรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ ดร.สุภา จุฬคุปต์ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และดร.สุภาพร พาเจริญ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ในความกรุณาเป็นอย่างสูงที่ให้เกียรติมาเป็นประธานสอบและผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ช่วยให้การสนับสนุนทุนการศึกษา ความปรารถนาดี และเป็นกำลังใจให้เสมอมา และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ อบรมสั่งสอนจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เอส.เอ.21 บริษัท จาร์พา เท็คเซ็นเตอร์ จำกัด บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความสนับสนุนในการใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพเพื่อให้งานวิจัยเกิดความสมบูรณ์และแม่นยำ

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขาดตกบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใด ผู้วิจัยกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้

สุธาทิพย์ คงกัน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (6)

สารบัญ..... (7)

สารบัญตาราง..... (9)

สารบัญรูปภาพ..... (10)

บทที่ 1 บทนำ..... 12

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... 12

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 13

1.3 สมมุติฐานการวิจัย..... 13

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 14

1.5 กรอบแนวคิดวิจัย..... 14

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 14

บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 15

2.1 สเปรด (Spread)..... 15

2.2 ข้าวสังข์หยด (Sangyod Rice)..... 17

2.3 แป้งดัดแปร (Modified Starch)..... 20

2.4 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Drier)..... 29

2.5 ไอโซมอลท์ (Isomalt)..... 35

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 38

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 42

3.1 วัตถุดิบ..... 42

3.2 วัสดุ อุปกรณ์..... 42

3.3 วิธีการทดลอง..... 44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง..... 50
3.5 สถานที่ทำการวิจัย..... 50
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 51
4.1 การศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด..... 51
4.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์..... 60
4.3 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น..... 69
4.4 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น..... 74
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 82
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 82
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 84
บรรณานุกรม..... 85
ภาคผนวก..... 96
ภาคผนวก ก แบบสอบถามความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค..... 97
ภาคผนวก ข ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น..... 110
ภาคผนวก ค รายงานผลการวิเคราะห์..... 115
ภาคผนวก ง หนังสือตอบรับการเผยแพร่..... 129
ประวัติผู้เขียน..... 132

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยดต่อ 100 กรัม.....	19
ตารางที่ 3.1	สภาวะในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์.....	45
ตารางที่ 3.2	สูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น.....	47
ตารางที่ 4.1	ผลการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ในการประเมินข้อคำถาม.....	52
ตารางที่ 4.2	ผลการสำรวจข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค.....	53
ตารางที่ 4.3	ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด	55
ตารางที่ 4.4	ผลการสำรวจแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด.....	58
ตารางที่ 4.5	คุณภาพทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวสังข์หยด.....	60
ตารางที่ 4.6	ลักษณะของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่....	61
ตารางที่ 4.7	ค่า Water Activity (a_w) และค่าความชื้นของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ.....	63
ตารางที่ 4.8	ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA	64
ตารางที่ 4.9	ค่าการป้ายทาของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นเมื่อเปรียบเทียบกับสเปรดในท้องตลาด.....	70
ตารางที่ 4.10	ค่า a_w และค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น.....	72
ตารางที่ 4.11	คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น.....	73
ตารางที่ 4.12	สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น.....	75
ตารางที่ 4.13	ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	77
ตารางที่ 4.14	ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน.....	81

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	ต้นข้าวสังข์หยด	18
รูปที่ 2.2	ขนาดของเมล็ดข้าวสังข์หยด	18
รูปที่ 2.3	สัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์	20
รูปที่ 2.4	อนุพันธ์ของสตาร์ช – อีเทอร์	22
รูปที่ 2.5	ปัจจัยความสัมพันธ์ของการแช่, การเกิดเจลาติไนซ์ และความร้อนชื้น	27
รูปที่ 2.6	เครื่องทำแห้งทรงกระบอก (ก) แบบ Single Drum Drier (ข) แบบ Double Drum (ค) แบบ Twin Drum Drier และ (ง) แบบ Vacuum Drum	31
รูปที่ 2.7	สารให้ความหวานพาลาทีน	36
รูปที่ 2.8	กระบวนการผลิตไอโซมอลท์	36
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง	46
รูปที่ 3.2	ขั้นตอนการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น	48
รูปที่ 4.1	การวิเคราะห์ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ด้วยเครื่อง RVA ทั้ง 6 สภาวะ	65
รูปที่ 4.2	กำลังการพองตัวของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ	68
รูปที่ 4.3	ดัชนีการละลายของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ	68
รูปที่ 4.4	แผนผังการจัดกลุ่มกำลังการพองตัวและดัชนีการละลายของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ทั้ง 6 สภาวะ	69
รูปที่ 4.5	การศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น	80
รูปที่ ข.1	การละลายน้ำแป้งข้าวสังข์หยด	111
รูปที่ ข.2	การพรีเจลาติไนซ์แป้งข้าวสังข์หยด ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่	111
รูปที่ ข.3	(ก) แผ่นแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ และ (ข) แผ่นแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่บดด้วยเครื่องบดละเอียด	112
รูปที่ ข.4	แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์	112

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ ข.5	พริกแกงมัสมั่นที่ผ่านการผัด.....	113
รูปที่ ข.6	(ก) ส่วนผสมสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น และ (ข) ตีส่วนผสมสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น.....	113
รูปที่ ข.7	เติมแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์.....	114
รูปที่ ข.8	บรรจุใส่ขวด.....	114

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทยและภูมิภาคเอเชีย โดยประเทศไทยเป็นอันดับต้นๆ ที่ส่งข้าวออกจำหน่ายในตลาดโลก ทั้งในรูปของข้าวเปลือกและข้าวสาร ตั้งแต่ปี พ.ศ.2470 เป็นต้น ปริมาณการส่งออกข้าวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับ 2 ล้านตัน ในปี พ.ศ.2520 และตั้งแต่ปี พ.ศ.2521-2545 การส่งออกข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 5 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 1 ล้านตันทุกๆ 5 ปี [1] ในปี พ.ศ.2553 ประเทศไทยมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์และแปรรูปจากข้าวเพื่อการส่งออกทั้งหมด 220,000 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 10,013 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นเพียงร้อยละ 7 ของมูลค่าและผลิตภัณฑ์ข้าวทั้งหมด ปัจจุบันมีหลายประเทศที่ผลิตข้าวมากขึ้นทำให้ปริมาณข้าวที่เข้ามาแข่งขันในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้มีการใช้ราคาเป็นตัวกำหนดกลยุทธ์ด้านการตลาด ส่งผลให้ข้าวล้นตลาดและราคาข้าวตกต่ำ [2] ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของภาคใต้ เป็นข้าวเจ้าพื้นเมืองพันธุ์เบา เมล็ดเรียวเล็ก มีสีขาวปนแดง เป็นข้าวที่ไวต่อช่วงแสง เหมาะสำหรับปลูกนาปี (เดือนสิงหาคม-เดือนกันยายน) ข้าวจะออกดอกต้นเดือนมกราคม และจะเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อหุงสุกจะมีความนุ่มมากและยังคงนุ่มอยู่เมื่อเย็นตัวลง ในอดีตชาวนาพัทลุงจะปลูกข้าวพันธุ์สังข์หยดไม่มากนัก ผลผลิตส่วนใหญ่จะเก็บไว้เพื่อเป็นของกำนัลแก่ผู้ใหญ่ที่เคารพนับถือ ใช้หุงต้มเป็นอาหารเพื่อเลี้ยงแขกพิเศษในงานบุญ ทางศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ดำเนินการเสนอคำขอขึ้นทะเบียนเป็นสินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ ข้าวจีไอ : GI (Geographical Indications) ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ.2546 โดยใช้ชื่อว่า “ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง” [3], [4] สตาร์ชตามธรรมชาติโดยส่วนใหญ่มีสมบัติไม่เหมาะต่อการนำไปใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารในระดับอุตสาหกรรม สตาร์ชจึงถูกนำมาดัดแปลงเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ เช่น สมบัติการละลาย สมบัติการเป็นอิมัลชัน สมบัติทางเพสต์ เป็นต้น การพรีเจลาติไนซ์ หรือที่เรียกทางการค้าว่าสตาร์ชกึ่งสำเร็จรูป (Instant Starch) กระบวนการผลิตพื้นฐานสำหรับการผลิตสตาร์ชพรีเจลาติไนซ์ทางการค้า คือการอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Dryer) เป็นวิธีการหนึ่งในการดัดแปรแป้งข้าว โดยการนำน้ำแป้งหรือสตาร์ชมาให้ความร้อนโดยผ่านลูกกลิ้งที่มีการให้ความร้อนด้วยไอน้ำและหมุนสวนทางกันกระบวนการนี้ทำให้สตาร์ชเกิดการเจลาติไนเซชันอย่างรวดเร็วและถูกทำให้แห้งเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ หลังจากนั้นจึงนำมาบดเป็นผง ซึ่งเม็ดสตาร์ชถูกทำลายในระหว่างกระบวนการผลิต จึงทำให้สามารถละลายน้ำและให้ความหนืดได้เมื่อเติมน้ำเย็นหรือน้ำร้อน เนื่องจากเม็ดสตาร์ชสูญเสียความเป็นผลึกจึงพองตัวในน้ำได้ดี เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารกึ่งสำเร็จรูป เกิดเป็นเพสต์ที่มีความหนืด [5]

ผลิตภัณฑ์สเปรด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม สามารถป้ายทาได้ มีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสเฉพาะของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด สำหรับใช้ทาบนอาหาร เช่น ขนมปัง หรือแครกเกอร์ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดออกมาหลากหลายรูปแบบ เช่น แยม (Jam) และเนยถั่วลิสง (Peanut Butter) เป็นต้น [6] ผลิตภัณฑ์สเปรด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเนยหรือมาการีน เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคไขมัน สำหรับการผลิตสเปรดที่มีไขมันสูงจะใช้วิธีเดียวกับการผลิตเนยแบบต่อเนื่อง ซึ่งสเปรดที่ผลิตโดยใช้น้ำมันพืชเป็นส่วนประกอบหลัก จะประยุกต์ใช้วิธีเดียวกับการผลิตมาการีน น้ำมันและไขมัน [7]

ดังนั้น เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ข้าวสังข์หยดและเพิ่มความหลากหลายในการแปรรูป อีกทั้งข้าวสังข์หยดยังเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่จังหวัดพัทลุงมีเป้าหมายส่งเสริมการผลิตและแปรรูป [8] ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ซึ่งที่เลือกรสมัสมั่นเนื่องจากแกงมัสมั่นได้ลำดับที่ 1 จากอาหารที่ดีที่สุดในโลก 50 ลำดับ [9] โดยใช้ข้าวสังข์หยดเป็นวัตถุดิบหลัก เนื่องจากข้าวสังข์หยดมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีคุณค่าทางสารอาหารสูง โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ แกมมา โอริซานอล และกาบา มีประโยชน์ในการชะลอความแก่ และป้องกันการเกิดโรคหลายชนิด อีกทั้งยังมีใยอาหารและวิตามินบีสูง ซึ่งมีประโยชน์ในด้านการขับถ่ายและช่วยป้องกันโรคเหน็บชา จึงนับได้ว่าข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีคุณค่าทางภูมิปัญญาและคุณค่าทางโภชนาการอย่างสูง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

1.2.3 เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

1.2.4 เพื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

1.3.1 อุณหภูมิและอัตราการหมุนของลูกกลิ้งมีผลต่อคุณภาพของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

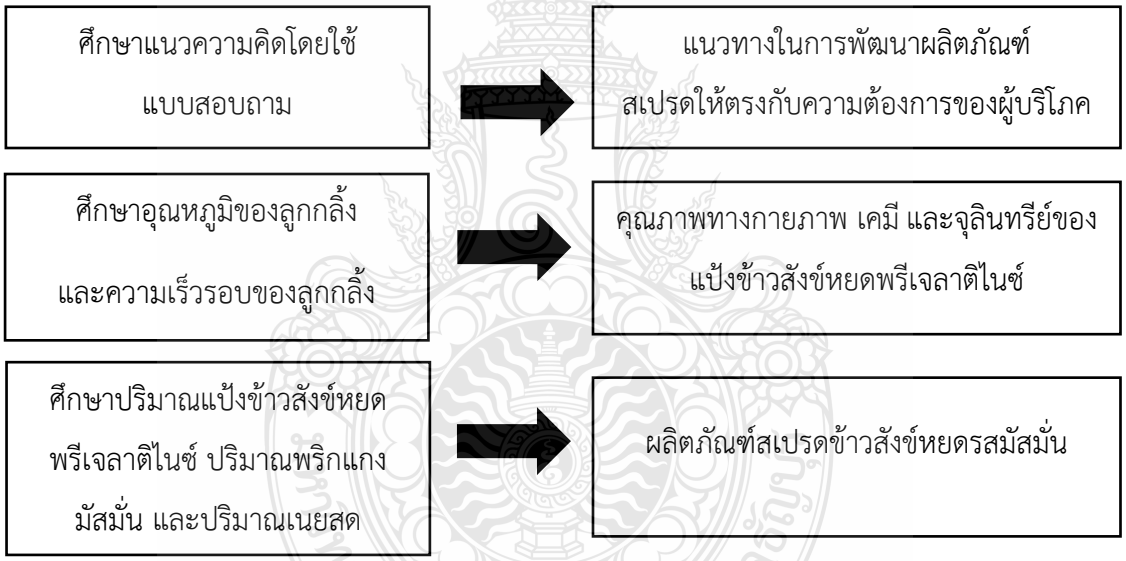
1.3.2 แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยแปรปริมาณสารละลายแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ปริมาณพริกแกงมัสมั่น และปริมาณเนยสด โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) และเพื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยใช้ผู้บริโภคในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

1.5 กรอบแนวคิดวิจัย

จากการศึกษากรอบแนวคิดวิจัยได้ศึกษาและกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ดังนี้



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

1.6.2 ได้สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

1.6.3 ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.6.4 ได้สินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดพัทลุง

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น และเพื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยมีการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังสาระสำคัญต่อไปนี้

2.1 สเปรด (Spread)

2.2 ข้าวสังข์หยด (Sangyod Rice)

2.3 แป้งดัดแปร (Modified Starch)

2.4 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Drier)

2.5 ไอโซมอลท์ (Isomalt)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สเปรด (Spread)

2.1.1 ความหมายของสเปรด

สเปรด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำมันพืชผสมกับไข่แดงให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Emulsion) ผสมผักดอง ปรุงแต่งด้วยน้ำส้มสายชูหรือน้ำมะนาว และส่วนประกอบอื่น อาจผสมแป้งสุกหรือเนื้อสัตว์ ใช้สำหรับปรุงแต่งอาหาร [10] ซึ่งส่วนประกอบของสเปรด ได้แก่ น้ำมันพืชหรือไขมันพืช ไข่แดง น้ำส้มสายชูหรือน้ำมะนาว ผักดอง ไข่ขาวหรือผลิตภัณฑ์จากไข่ เกลือบริโภค น้ำตาล มัสตาร์ด พริกไทย หรือเครื่องเทศอื่นๆ และส่วนประกอบอื่นที่อาจมีได้ ได้แก่ แป้งสุก ที่ทำจากแป้งชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น แป้งสาลีหรือแป้งดัดแปรสำหรับอาหาร และ เนื้อสัตว์ เช่น เนื้อปลาทูน่า เนื้อไก่ และเนื้อแฮม สเปรดมีคุณลักษณะทั่วไปคือ เหลวค่อนข้างข้น ชิ้นของผักและเนื้อสัตว์ (ถ้ามี) กระจายสม่ำเสมอ มีกลิ่นรสดีตามส่วนประกอบที่ใช้ทำ ไขมันทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต้องไม่เกิน 4.1 [11] ในการผลิตสเปรด จะเติมส่วนที่เป็นของเหลวลงไปในไขมันที่หลอมละลาย เติมอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ซึ่งเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ให้ความคงตัว ด้วยการลดแรงตึงผิวในของเหลว และถ้าจำเป็นก็จะมีการเติมสี กลิ่น รส และวิตามินลงไป ในตอนเริ่มต้นนั้นจะเกิดอิมัลชัน (Emulsion) คือการเป็นเนื้อเดียวกัน ชนิดน้ำในน้ำมันอย่างหยาบๆ หลังจากนั้นก็จะปั้มส่วนผสมเข้าสู่เครื่อง Votator (ช่วยในการตกผลึก) เครื่องนวด จนกระทั่งถึงเครื่องบรรจุ การผลิตสเปรดชนิดต่างกันจะมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันบ้าง แต่จะ

มีจุดวิกฤตมากกว่ามาการีน โดยเฉพาะขั้นตอนการเติมส่วนที่เป็นของเหลวหรือน้ำลงไปในส่วนที่เป็นน้ำมัน เพื่อให้เกิดอิมัลชัน (Emulsion) ชนิดน้ำในน้ำมัน ขั้นตอนการตกผลึกและการนวดเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญจะต้องควบคุมให้ถูกต้อง เพื่อให้ได้สเปรดที่มีเนื้อสัมผัสและความคงตัวที่ต้องการ [7]

2.1.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสเปรด

สเปรด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเนยหรือมาการีน เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคไขมัน สำหรับการผลิตสเปรดที่มีไขมันนมสูงจะใช้วิธีเดียวกับการผลิตเนยแบบต่อเนื่อง ขณะที่สเปรดที่ผลิตโดยใช้น้ำมันพืชเป็นส่วนประกอบสูง จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตมาการีน น้ำมันและไขมันอาจมาจากพืช ผลิตภัณฑ์นม หรือทั้งสองชนิดผสมกัน การเลือกใช้น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันเมล็ดทานตะวัน หรือใช้น้ำมันจากปลาซึ่งมีกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ไม่ว่าจะใช้ไขมันจากแหล่งใดก็ตาม ในส่วนผสมจะต้องมีไขมันที่ผ่านการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) เพื่อให้มีผลึกไขมันอยู่ ผลึกไขมันมีความสำคัญในการรักษาความเสถียรของอิมัลชัน เกี่ยวข้องกับลักษณะทางประสาทสัมผัสเมื่อบริโภคและคุณภาพของสเปรด

สเปรดมีน้ำเป็นส่วนประกอบสูง การที่จะรักษาความเสถียรของสเปรด ทำได้โดยใช้อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ซึ่งเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ให้ความคงตัวด้วยการลดแรงตึงผิวในของเหลว เช่น มอโน-ไดกลีเซอไรด์ (Mono-and Di–Glycerides) หรือใช้ร่วมกับสารที่ให้โครงสร้างกับส่วนที่เป็นของเหลว ที่ใช้กันมากคือ โปรตีนนม เช่น โซเดียมเคซีเนต และหางเนยแบบผง โดยใช้ได้ในระดับที่สูงถึงร้อยละ 12 และสารให้ความคงตัวในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharids) เช่น คาราจีแนน (Carrageenan) แอลจิเนต (Alginate) เพคติน (Pectin) และเจลาติน (Gelatin) ปริมาณสารที่ให้โครงสร้างที่ใช้มีความสำคัญ ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไป จะทำให้คุณภาพด้านลักษณะทางประสาทสัมผัสลดลง เช่น ไขมันที่ละลายหลังการบริโภคยังคงมีความหนืดสูง [7]

2.1.3 สุขลักษณะ

สุขลักษณะของสภาพแวดล้อม การผลิตอย่างถูกสุขลักษณะของแหล่งอาหาร การปฏิบัติต่ออาหาร การเก็บรักษาและการขนส่ง การทำความสะอาด การบำรุงรักษา และสุขอนามัยส่วนบุคคลในการผลิตขั้นต้น จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องน้อยกว่า 1,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม แล็กโตบาซิลลัส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม [11]

2.1.4 การบรรจุ

บรรจุสเปรดในภาชนะบรรจุที่สะอาด และกันการปนเปื้อนจากภายนอกได้ ปริมาตรบรรจุสเปรดในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความจุภาชนะบรรจุ และน้ำหนักสุทธิหรือปริมาตรสุทธิ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในฉลาก [11]

2.2 ข้าวสังข์หยด (Sangyod Rice)

2.2.1 ประวัติข้าวสังข์หยด

ข้าวพันธุ์สังข์หยด มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Oryza sativa* L. ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองดั้งเดิมที่ปลูกในจังหวัดพัทลุง ซึ่งชาวนาได้ปลูกติดต่อกันมายาวนาน ตั้งแต่บรรพบุรุษจนถึงปัจจุบัน พันธุ์ข้าวสังข์หยดที่ชาวนาทั่วไปปลูกอยู่เดิมมีหลากหลายลักษณะ มาจากหลายสายพันธุ์ จึงทำให้ข้าวมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ในระหว่างปี พ.ศ.2525-2529 นักปรับปรุงพันธุ์ข้าวของศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองในภาคใต้ทั้งหมด 1,997 พันธุ์ มีตัวอย่างพันธุ์ข้าวสังข์หยดในจังหวัดพัทลุงจาก 3 แหล่ง ได้แก่ ตำบลโคกทราย อำเภอปากพะยูน ตำบลท่ามะเดื่อ อำเภอบางแก้ว และตำบลควนขนุน อำเภอเขาชัยสน ได้นำพันธุ์ข้าวมาปรับปรุง จนได้สายพันธุ์ที่ดี เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 และปลูกรักษาพันธุ์ไว้ที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ต่อมาในปี พ.ศ. 2544 ได้นำเมล็ดพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วไปปลูกทดสอบผลผลิตในพื้นที่แปลงนาโครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริจังหวัดพัทลุง เมื่อวันที่ 24 กันยายน พ.ศ.2546 สมเด็จพระนางเจ้า ฯ พระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินทรงเยี่ยมโครงการฟาร์มตัวอย่างตามพระราชดำริจังหวัดพัทลุง ทางศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ถวายข้าวซ้อมมือพันธุ์สังข์หยด พระองค์ ฯ ทรงรับและนำให้ห้องเครื่องหุงถวาย ทรงรับสั่งว่าอร่อย จึงมีพระราชดำริให้ฟื้นฟูข้าวสังข์หยด โดยมีผู้ว่าราชการจังหวัดพัทลุงได้สนับสนุนให้มีการส่งเสริมการปลูกตามแผนยุทธศาสตร์พัฒนาจังหวัด ปี พ.ศ.2547-2550 และศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ได้ดำเนินการยื่นคำขอหนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ.2518 และกรมวิชาการเกษตรได้ประกาศออกหนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนชื่อพันธุ์ "ข้าวสังข์หยดพัทลุง" เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ.2548 และได้ดำเนินการขึ้นทะเบียนเป็นสินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ เมื่อวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2549 ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ.2546 ต่อกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ โดยใช้ชื่อสินค้าว่า "ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง" ซึ่งได้รับการประกาศขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ตั้งแต่วันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ.2549 [12]

2.2.2 ลักษณะของพันธุ์ข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดเป็นพันธุ์ข้าวนาสวนไวต่อแสง ปลูกมากในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดพัทลุง อำเภอเขาชัยสน อำเภอควนขนุน และอำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง ปลูกได้เฉพาะนาปี หากเกษตรกรตกกล้ากลางเดือนสิงหาคม ข้าวจะออกดอกต้นเดือนมกราคม และจะเก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ ต้นข้าวมีความสูงประมาณ 140 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.1 มีการแตกกอเฉลี่ย 8-10 ต้นต่อกอ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 350 กิโลกรัม ต่อไร่ ซึ่งถือว่าให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ

รูปที่ 2.1 ต้นข้าวสังข์หยด
ที่มา : [13]

เปลือกเมล็ดมีสีฟาง ข้าวกล้องมีสีแดงเข้ม ส่วนข้าวซ้อมมือมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาวปนสีแดงจางๆ ในเมล็ดเดียวกัน ขนาดของเมล็ดข้าวเปลือก ยาว 9.33 มิลลิเมตร กว้าง 2.11 มิลลิเมตร หนา 1.77 มิลลิเมตร ขนาดของเมล็ดข้าวกล้อง ยาว 6.70 มิลลิเมตร กว้าง 1.81 มิลลิเมตร หนา 1.64 มิลลิเมตร ขนาดของเมล็ดข้าวขาว ยาว 6.67 มิลลิเมตร กว้าง 1.71 มิลลิเมตร หนา 1.61 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งมีคุณภาพการสีที่ดี เมื่อหุงสุกแล้วมีลักษณะนุ่มค่อนข้างเหนียว มีปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 14-15 ถือว่าต่ำที่สุดในบรรดาข้าวพื้นเมือง ซึ่งมีผลทำให้คุณสมบัติของข้าวเมื่อหุงสุกมีความอ่อนนุ่ม ค่อนข้างเหนียว ทำให้ย่อยง่าย เหมาะกับผู้สูงอายุและผู้ที่ไม่ใช้แรงงานหนัก [12], [14]

รูปที่ 2.2 ขนาดของเมล็ดข้าวสังข์หยด
ที่มา : [15]

2.2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่มีปริมาณไนอะซินสูง ช่วยในการทำงานของระบบประสาทและผิวหนัง นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 1 ซึ่งช่วยป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก

รวมทั้งมี แคลเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งช่วยป้องกันโรคกระดูกอ่อน และกระดูกพรุน เลือดแข็งตัวช้า นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวสังข์หยดยังมีสีแดงและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว [16] และยังมีสารแอนติออกซิแดนพวกสารแกมมา-ออริซานอล (Gamma Oryzanol) ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง จึงนับได้ว่าข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง [16] ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยดต่อ 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	378.00	กิโลแคลอรี
โปรตีน	8.00	กรัม
ไขมัน	3.00	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	79.70	กรัม
ใยอาหาร	5.30	กรัม
เถ้า	1.30	กรัม
วิตามินบี 1	0.39	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.06	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	286.00	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.80	มิลลิกรัม
แคลเซียม	13.00	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	6.40	มิลลิกรัม

ที่มา : [17]

2.2.4 สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications : GI)

สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ คือ ชื่อสัญลักษณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 หรือสิ่งอื่นใดที่ใช้เรียกหรือใช้แทนแหล่งภูมิศาสตร์ และสามารถบ่งบอกได้ว่าสินค้าที่เกิดจากแหล่งภูมิศาสตร์นั้นเป็นสินค้าที่มีคุณภาพ ชื่อเสียง หรือคุณลักษณะเฉพาะของแหล่งภูมิศาสตร์ เช่น ข้าวหอมมะลิทุ่งกุลาร้องไห้ กาแฟดอยตุง ส้มโอนครชัยศรี มะขามหวานเพชรบูรณ์ ไข่เค็มไชยา เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์เป็นการใช้ชื่อของแหล่งภูมิศาสตร์มาประกอบกับสินค้า เพื่อแสดงให้ผู้ซื้อหรือผู้บริโภคได้ทราบถึงคุณภาพหรือลักษณะพิเศษของสินค้านั้นๆ ที่เป็นผลมาจากปัจจัยธรรมชาติที่เป็นสภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์ของแหล่งผลิตผสมผสานเข้ากับภูมิปัญญาของคนในพื้นที่สั่งสมกันมาทำการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ มีลักษณะเฉพาะจนเป็นที่กล่าวขานกันทั่วไป

ดังนั้น สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ จึงมีความสำคัญในฐานะที่เป็นทรัพย์สินทางปัญญาอันเกิดจากภูมิปัญญาของคนในท้องถิ่น ซึ่งได้สะสมบ่มเพาะ ผสมผสานกับลักษณะเฉพาะทางภูมิศาสตร์ ทำการผลิตสินค้าที่มีลักษณะพิเศษต่างจากสินค้าชนิดเดียวกันจากที่อื่นๆ การคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจระดับพื้นฐาน ได้แก่ ส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรและสินค้าชุมชน ซึ่งจะทำให้สินค้าเหล่านั้นเพิ่มมูลค่า เนื่องจากผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นว่าสินค้าที่มาจากแหล่งภูมิศาสตร์ดังกล่าวเป็นสินค้าดีและมีคุณภาพตามต้องการ [2]

รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์
ที่มา : [18]

2.3 แป้งดัดแปร (Modified Starch)

แป้งดัดแปร มีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหาร โดยจะทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับอาหารในด้านโภชนาการ เนื้อสัมผัส ความชื้น ความข้นหนืด ความคงตัว ความสะดวกในการแปรรูป เช่น เป็นตัวทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดบางชนิด เก็บรักษาความชื้นในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ทำให้ไส้พายและซุปมีความหนืด เป็นสารให้ความคงตัวในน้ำสลัด ป้องกันการติดพิมพ์ของหมากฝรั่ง ลูกกวาด และขนมปัง เป็นต้น แป้งธรรมชาติอาจมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ประโยชน์ที่ทำให้ไม่เหมาะสมกับชนิดอาหาร กระบวนการผลิต และการเก็บรักษา จึงต้องแก้ปัญหานี้โดยนำแป้งธรรมชาติไปผ่านกรรมวิธีที่เหมาะสม เพื่อปรับปรุงแป้งให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น มีช่วงให้ความหนืดสูงกว้างขึ้นหรือมีความหนืดต่ำลง เกิดเจลและให้ความหนืดได้เร็วที่อุณหภูมิต่ำลง คงทนต่อสภาวะต่างๆ ในกระบวนการแปรรูปและมีความคงตัวดีขึ้น การดัดแปรแป้งจะทำให้แป้งซึ่งมีอยู่มาก หาได้ง่ายและราคาถูก มีคุณสมบัติที่นำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น [19], [20]

2.3.1 ความหมายของแป้งดัดแปร

เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ซึ่งบางครั้งไม่เป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรม หรือยังไม่เหมาะสมกับสภาวะบางอย่าง จึงมีการนำแป้งมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติแป้งดัดแปร

(Modified Starch) ความหมายตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1073.20 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (Starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีหรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อนหรือเอนไซม์ และสารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งคุณลักษณะเกณฑ์ชี้บ่งต่างๆ ของแป้งดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [21], [22]

2.3.2 จุดประสงค์ในการดัดแปรแป้ง

แป้งดิบโดยทั่วไปมีสมบัติบางประการไม่เหมาะสมกับการผลิตในอุตสาหกรรม เพราะมีช่วงความหนืดที่แคบ มีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ดี มีความคงทนต่อแรงเฉือนในกระบวนการผลิตหรือความคงทนต่อสภาวะต่างๆ ต่ำ ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ และสิ้นเปลืองงบประมาณการผลิตโดยไม่จำเป็น ดังนั้นจึงมีการดัดแปรคุณสมบัติบางประการของแป้งดิบ เพื่อให้เหมาะต่อการใช้งาน เช่น ทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น คงทนต่อสภาวะในการผลิตได้ดี [19], [23] เกิดเจลาทิไนซ์ (Gelatinization) การคืนตัว (Retrogradation) และการสูญเสียน้ำของเจลลดลง มีความคงตัวในการคืนรูปจากเยือกแข็ง (Freeze-Thaw) เพิ่มขึ้น ลักษณะของเนื้อเจลดีขึ้น มีคุณสมบัติความเป็นกาวเพิ่มขึ้น มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) หรือความสามารถในการผสมกับตัวทำลายอื่นๆ เพิ่มขึ้น [23], [24]

2.3.3 ประเภทของแป้งดัดแปร [25]

2.3.3.1 การดัดแปรแป้งโดยวิธีทางเคมี

การดัดแปรแป้งวิธีนี้ จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลแป้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตัวอย่างเช่น การใช้กรด หรือออกซิไดซิงเอเจนต์ ทำลายโครงสร้างธรรมชาติของแป้งให้มีลักษณะเล็กลง เพื่อลดความหนืดของสารละลายแป้ง เมื่อได้รับความร้อน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลายแบบ เช่น Cross-Linking อีเทอริฟิเคชัน (Etherification) เอสเทอริฟิเคชัน (Esterification) แป้งดัดแปรที่ได้จากการทำอีเทอริฟิเคชันหรือเอสเทอริฟิเคชันกับ Monofuntional Reagent จะลดการเกิด Intermolecular Association ทำให้สารละลายข้นหนืดเปลี่ยนเป็นเจลหรือตกตะกอนได้ เรียกการดัดแปรนี้ว่า เป็นการทำให้เกิดคงตัว (Stabilization) และเรียกแป้งที่ดัดแปรที่ได้ว่า Stabilized Starch หากใช้ Difunctional Reagent จะทำให้เกิด Cross-Linked Starch

1) การทำ Cross-Linked เพื่อให้เป็น Cross-Linked Starch ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นยังแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ

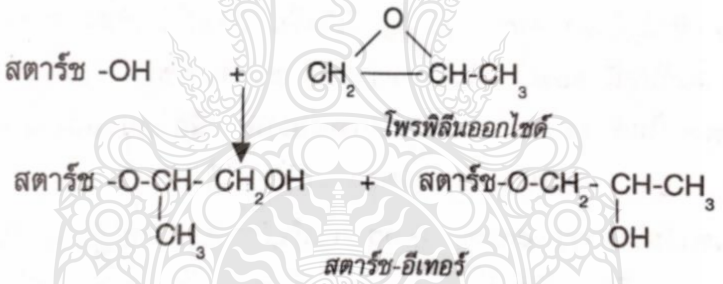
(1) Cross-Linking ชนิดฟอสเฟตเอสเทอร์ เกิดจากปฏิกิริยาของสตาร์ชกับฟอสฟอรัส ออกซีคลอไรด์ หรือเมตาฟอสเฟตที่ละลายได้ในน้ำ (Water-Soluble Metaphosphate)

(2) Cross-Linking ชนิดอีเทอร์ เกิดจากปฏิกิริยาของสตาร์ชกับอีพิคลอร์ไฮดริน (Epi Chlorhydrin)

การ Cross-Linking ทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของหมู่ไฮดรอกซิลบนโมเลกุลของสตาร์ช 2 โมเลกุลกับสารเคมีโมเลกุลเดียวกัน แป้งดัดแปรที่ได้จะมีความคงตัวต่อความร้อนในภาวะที่เป็นกรด และสารละลายที่ได้จะมีความหนืดมากขึ้นเมื่อพีเอชเป็นกลาง จึงนำไปใช้กับอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เช่น ไส้พายผลไม้ และน้ำสลัด เป็นต้น [25]

2) การทำอีเทอริฟิเคชันและเอสเทอริฟิเคชัน

เนื่องจากแป้งธรรมชาติไม่สามารถเติมลงในอาหารแช่เยือกแข็งที่มีอุณหภูมิต่ำประมาณ -40 องศาเซลเซียสได้ และยังไม่สามารถเติมลงในอาหารบรรจุกระป๋องที่ต้องการใช้แป้งที่ความเข้มข้นสูงๆ ได้ ถึงแม้จะใช้แป้งดัดแปรชนิด Cross-Linking ก็ตาม จึงได้มีการพัฒนาหาวิธีดัดแปรแป้งให้อยู่ในรูปอนุพันธ์อีเทอร์ หรือเอสเทอร์ โดยนำสตาร์ชในสารละลายด่างมาทำปฏิกิริยากับ Strongly Nucleophilic Reagent เช่น โพรพิลีนออกไซด์ (Propylene Oxide) ไตรพอลิฟอสเฟต (Tripolyphosphate) และแอซีติกแอนไฮไดรด์ (Acetic Anhydride) ซักซินิกแอนไฮไดรด์ (Succinic Anhydride) แอนไฮไดรด์ผสมของกรดแอซีติกและกรดอะดิพิก ซึ่งจะได้เป็นสตาร์ช-อีเทอร์ และสตาร์ช – เอสเทอร์ ตามลำดับ [25] ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 อนุพันธ์ของสตาร์ช – อีเทอร์
ที่มา : [25]

การดัดแปรแป้งโดยวิธีนี้ ระดับของการดัดแปรจะสูงกว่าวิธี Cross-Linking เช่น สตาร์ชแอซีเตต มีการดัดแปรประมาณร้อยละ 2.0-2.5 สตาร์ชฟอสเฟตและสตาร์ชไฮดรอกซีโพรพิล มีการดัดแปรประมาณร้อยละ 5.00 ปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดกับหมู่ไฮดรอกซิล ที่คาร์บอนตำแหน่ง 6 ในโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนใหญ่

ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช (สตาร์ช–O-CH_2 -CHOH-CH_3) เตรียมได้โดยให้สตาร์ชทำปฏิกิริยากับโพรพิลีนออกไซด์ ซึ่งจะมีค่า DS ประมาณ 0.02-0.2 แป้งดัดแปรที่ได้เป็น Stabilized

มีอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนซ์ลดลง ได้สารละลายใส ไม่เกิดรีโทรเกรเดชัน และ Freeze-Thaw จึงใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด

สตาร์ช-อีเทอร์จะดีกว่าสตาร์ช-เอสเทอร์ เนื่องจากมีความคงตัวต่อ Freeze-Thaw แต่ สตาร์ช-ฟอสเฟต มีข้อเสีย คือ ไวต่อไอออนอนินทรีย์ที่อยู่ในสารละลาย

3) การทำ Acid-Modified Starch วิธีนี้เป็นการนำเอาเม็ดแป้งมาให้ความร้อน ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่จะเกิดเจลาติไนซ์ในสารละลายกรดที่เจือจาง จะทำให้บางส่วนของโมเลกุลของแป้งถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็น Thin-Boiling Starch ซึ่งจะมีความหนืดลดลง แต่ทำให้ Gel Strength ดีขึ้น และสารละลายที่ได้มีความใสมากขึ้น ทำให้มีสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง เช่น Gum Drop และ Confectionery เพราะขณะร้อนจะให้สารละลายที่มีลักษณะเหลว ทำให้เทใส่พิมพ์ได้ง่าย และแข็งตัวเป็นเจลได้รวดเร็ว [25]

4) การทำออกซิไดส์สตาร์ช (Oxidized Starch) วิธีการทำคล้าย Acid Modified Starch เพียงแต่ใช้ Alkaline Hypochlorite แทนกรด เพื่อไปทำลายโมเลกุลธรรมชาติของสตาร์ช โดยอาศัยปฏิกิริยาออกซิเดชันแทนที่จะเป็นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ออกซิไดส์สตาร์ชที่ได้จะทำให้เกิดเจลที่มีลักษณะนิ่มกว่า Acid-Modified Starch

5) การทำสตาร์ชฟอสเฟต (Starch phosphates) สตาร์ชฟอสเฟตเป็นสตาร์ช-เอสเทอร์ชนิดหนึ่ง ที่เกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันของสตาร์ชกับหมู่ฟอสเฟต แป้งดัดแปรที่ได้จะมีสมบัติในการป้องกันไม่ให้โมเลกุลของสตาร์ชเกิดการรวมตัวกันใหญ่ขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดรีโทรเกรเดชัน เพราะแป้งดัดแปรฟอสเฟตมีหมู่ไอออนนิกเพิ่มมากขึ้นและเป็นประจุที่เหมือนกัน เมื่อเข้ามาอยู่ใกล้กันจะผลักกัน

สตาร์ชฟอสเฟตที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเป็นชนิดโมโนเอสเทอริไฟด์ฟอสเฟต ถ้าภาวะที่ใช้ในกระบวนการดัดแปรมีผลทำให้โมเลกุลของสตาร์ชถูกทำลายไปบางส่วน แป้งดัดแปรที่ได้จะกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น และมีความคงตัวต่อ Freeze-Thaw มากขึ้น นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร ประเภทซอส และซุปต่างๆ และสตาร์ชที่นำมาดัดแปรจะเป็น Waxy Starch [25]

2.3.3.2 การดัดแปรแป้งโดยวิธีทางกายภาพ

เป็นวิธีการดัดแปรแป้งโดยใช้ความร้อน ความดัน แรงเฉือน และความชื้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของแป้ง เช่น เกิด Disorganization ของเม็ดแป้ง และการทำลายโมเลกุลของแป้ง การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะมีผลทำให้แป้งดัดแปรที่ได้มี Functional Properties คุณค่าทางโภชนาการเปลี่ยนไป ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้ แป้งดัดแปรที่นิยมใช้วิธีนี้เรียกว่า Pregelatinized Starch

1) แป้งพรีเจลาติไนซ์

(1) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแป้งพรีเจลาติไนซ์

แป้งพรีเจลาติไนซ์ หรือแป้งพรีเจล ทางการค้าเรียกว่า อัลฟาสตาร์ช (Alpha Starch) เป็นแป้งดัดแปรทางกายภาพ ที่ทำโดยให้ความร้อนแก่แป้ง ทำให้แป้งสุกหรือเกิดเจลาติไนซ์แล้วทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้ง เช่น เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Drier) เครื่องทำแห้งแบบผง (Spray Drier) หรือเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ (Extruder) และบดให้ละเอียด ได้แป้งดัดแปรที่สามารถละลายกระจายตัวได้ในน้ำเย็น ให้ความหนืดได้ทันที และไม่เกิดเจล [25] เหมาะสำหรับนำไปใช้ผสมในอาหารปรุงสำเร็จหลายประเภททันที ที่ไม่ต้องให้ความร้อน เช่น ซุป และเป็นส่วนผสมของไส้พาย ขนมพุดดิ้ง น้ำเกร็วี ซอส และอาหารอื่นๆ อีกหลายชนิด [26]

(2) การผลิตแป้งพรีเจลาติไนซ์

การทำแห้งแบบสเปรย์ดราย (Spray-Drying) ผลิตภัณฑ์แป้งที่ได้จากกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีนี้จะมีลักษณะทรงกลม เนื่องจากเป็นวิธีการที่เริ่มต้นด้วยการต้มแป้งในน้ำ จากนั้นจะทำการสเปรย์น้ำแป้งสุกให้แห้งใน Chamber หรือ Tower

การทำแห้งโดยใช้แท่นหมุน (Roll-Drum) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีนี้ จะมีลักษณะใสแบน และเป็นแผ่นที่ไม่มีรูปร่าง ลักษณะคล้ายเศษชิ้นกระจกที่แตกโดยทั่วไป แป้งจะถูกทำให้สุกและแห้งอยู่บนแท่นหมุนร้อน (Heated Roll) ซึ่งแท่นหมุนร้อนนี้อาจเป็นแบบคู่ (Pair Roll) หรือเป็นแบบเดี่ยวซึ่งมีใบมีดตัด แท่นหมุนทั้งสองแบบจะทำให้ได้แผ่นแป้งสุกมีลักษณะคล้ายกระดาษบางๆ (Paper-Thin Flake) จากนั้นแผ่นแป้งสุกที่ได้จะถูกบดให้มีขนาดเล็กตามที่ต้องการ

การทำแห้งโดยใช้เทคนิคเอ็กซ์ทรูชันหรือลูกกลิ้ง (Drum Drier) แผ่นแป้งสุกที่ได้จากกระบวนการทำแห้งทั้งสองแบบนี้ จะมีลักษณะที่หนากว่าและมีลักษณะที่ไม่เป็นรูปร่างมากกว่าแผ่นแป้งสุกที่ได้จากการทำแห้งแบบแท่นหมุน (Roll Drier) ซึ่งวิธีการทำแห้งโดยใช้ลูกกลิ้ง (Drum Drier) นี้จะมีวิธีการที่คล้ายกับวิธี Roll Drying ยกเว้นการเคลือบผิวของแป้งเปียกบนพื้นผิวของลูกกลิ้งร้อน จะมีความหนามากกว่าบนพื้นผิวของแท่นหมุนก่อนที่จะมีการบดแผ่นแป้งสุกให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ ส่วนการทำแห้งด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชันนั้นจะเป็นการผ่านแป้งที่ถูกให้ความชื้น (Moistened Starch) ไปตาม Chamber ที่มีความร้อนสูงภายใต้แรงเฉือนสูง แป้งจะถูกทำให้สุกแห้งและเกิดการพองตัวไปพร้อมๆ กัน เมื่อลดความดันสู่ความดันบรรยากาศปกติ การทำแห้งของแป้งทั้งสองกระบวนการนี้ โดยเฉพาะการทำแห้งด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชัน (Extrusion) นั้น ปริมาณน้ำในกระบวนการทำแห้ง จะมีผลต่อคุณภาพของแป้งสุกอย่างมาก โดยจะต้องให้น้ำในปริมาณน้อยในการทำให้แป้งสุกหรือเกิดเจลาติไนซ์แบบไม่สมบูรณ์ [27]

ในวิธีการเหล่านี้ เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง มักใช้ในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตแป้งพรีเจลาติไนซ์มากที่สุด ในวิธีนี้ การทำแป้งพรีเจลาติไนซ์จะถูกทำให้แห้งโดยลูกกลิ้งที่ร้อนและถูกขูดออกด้วยใบมีดคม อุณหภูมิ ความเร็วและความเข้มข้นของสารละลายแป้ง มีผลต่อสมบัติของแป้งพรีเจลาติไนซ์ โดยทั่วไปแป้งที่มีความหนืดและมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น จะได้จากเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double) เมื่อเทียบกับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งเดี่ยว (Single) [28] และเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งสามารถมีอัตราการผลิต (ผลิตภัณฑ์/เวลา) ได้สูง ส่วนการใช้เครื่องมืออัดแรงสูงอย่างเอ็กซ์ทรูเดอร์มีอัตราการผลิตช้า แต่มีข้อได้เปรียบในเรื่องของความสะอาดและการควบคุมคุณภาพ [29]

ลักษณะหนึ่งที่สำคัญของแป้งพรีเจลาติไนซ์ คือ ขนาดของเม็ดแป้ง โดยแป้งพรีเจลาติไนซ์ที่มีขนาดเล็กมากจะมีความหนืดสูงมากเมื่อละลายในน้ำ และการเตรียมน้ำแป้งเปียก (Starch Paste) ที่เหมาะสม เมื่อละลายน้ำแล้วจะให้ลักษณะของน้ำแป้งที่มีพื้นผิวมันวาว (Gloss) ซึ่งขนาดเม็ดแป้งเล็กนั้นจะยากต่อการกระจายตัวในน้ำ เนื่องจากแป้งขนาดเล็กจะสามารถดูดน้ำได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ได้น้ำแป้งที่มีลักษณะจับกันเป็นก้อน (Lump หรือ Clot) โดยแป้งที่ไม่เปียกน้ำจะอยู่ตรงกลางของก้อนแป้งนั้น ซึ่งในทางปฏิบัติแป้งพรีเจลาติไนซ์ในผงผสมสำเร็จ (Mixers) จะถูกผสมด้วยส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาลซูโครส เพื่อลดอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยากับน้ำลง (Hydration Rate) ส่วนในแป้งพรีเจลาติไนซ์ที่มีขนาดหยาบกว่าจะง่ายต่อการกระจายตัวและละลายในน้ำเย็น แต่จะได้น้ำแป้งที่มีความหนืดน้อยกว่าและมีลักษณะเนื้อสัมผัสหยาบกว่า เพื่อให้ได้แป้งพรีเจลาติไนซ์ ที่มีคุณสมบัติในการให้เนื้อสัมผัสมีความข้นหนืด (Thickener) ในการผลิตแป้งพรีเจลาติไนซ์ควรทำให้เกิดการเจลาติไนซ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งวิธีการวัดคุณภาพของแป้งพรีเจลาติไนซ์ทำได้โดยการละลายแป้งพรีเจลาติไนซ์ในน้ำเย็นและส่องดูลักษณะของเม็ดแป้ง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ชนิดโพลาไรซ์ (Polarizing Microscope) ซึ่งควรจะพบแป้งที่ไม่เกิดเจลาติไนซ์จำนวนเพียงเล็กน้อยที่แสดงการบิดบนระนาบแสงโพลาไรซ์ (Polarization Crosses) ผลิตภัณฑ์แป้งพรีเจลาติไนซ์ในทางการค้านั้นจะมีปริมาณของเม็ดแป้งที่ไม่ถูกเจลาติไนซ์ประมาณร้อยละ 25 หรือมากกว่า ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเมื่อละลายในน้ำเย็นแล้วจะทำให้ได้แป้งเปียกที่มีคุณภาพไม่ดีนัก จำเป็นต้องให้ความร้อนเพิ่ม เพื่อให้ส่วนของแป้งที่ไม่ถูกเจลาติไนซ์นั้นสุกมากขึ้น [26]

(3) คุณสมบัติของแป้งพรีเจลาติไนซ์ [30]

แป้งพรีเจลาติไนซ์มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Binding Capacity) ได้ดีกว่าแป้งที่ไม่ผ่านการดัดแปร เนื่องจากโครงสร้างภายในเม็ดแป้งถูกทำลาย โดยทำลายส่วนที่เป็นผลึกในเม็ดแป้ง แต่ไม่มีผลต่อโมเลกุลของอะมิโลสกับอะมิโลเพกติน ดังนั้น แป้งพรีเจลาติไนซ์จึงกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น ดูดซับน้ำได้ดีและให้ความหนืดได้ทันที เมื่อแป้งพรีเจลาติไนซ์โดนความร้อน

จะทำให้มีความหนืดและการเกิดเจลลดลง เมื่อเทียบกับแป้งที่ไม่ผ่านการดัดแปร ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งพรีเจลาติไนซ์ คือ รูปร่างและความหนาแน่นของแป้ง เนื่องจากลักษณะของแผ่นแป้งที่ได้จากการทำแห้งโดยขึ้นอยู่กับความหนาของฟิล์ม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง ความเร็วของลูกกลิ้งและระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งในระหว่างการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Drier)

(4) การใช้แป้งพรีเจลาติไนซ์ในอาหาร

แป้งพรีเจลสามารถละลายและกระจายตัวได้ในน้ำเย็นหรือที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีการเกิดเจลหรือมีแนวโน้มในการเกิดเจลลดลง และสามารถดูดซับน้ำได้มากกว่าแป้งดิบ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่สามารถละลายและให้ความหนืดได้ทันที โดยไม่ต้องใช้ความร้อน เช่น ในขนมพุดดิ้ง น้ำเกรวี ซอส ไส้กึ่งสำเร็จรูป พาย ครีม หน้าขนมต่างๆ ส่วนผสมของซุปผง ใช้เป็นสารยึดเกาะในอาหารประเภทเนื้อเพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้น และอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมเค้กเพื่อช่วยการดูดและเก็บฟองอากาศได้ดีขึ้น ทำให้เค้กมีความชุ่มชื้นและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ได้ลักษณะเนื้อเค้กที่มีความสม่ำเสมอ ใช้เป็นส่วนผสมในของหวานที่มีลักษณะคล้ายโยเกิร์ต ใช้เป็นตัวปรับเนื้อสัมผัส (Texturizing Agent) สำหรับซีเรียลข้าวโอ๊ท ใช้เป็นส่วนผสมในขนมขบเคี้ยว ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวสำหรับส่วนผสมของอาหารแช่แข็ง เช่น Milk Shake ใช้ในเภสัชกรรม เป็นสารยึดเกาะและสารช่วยแตกตัวในการผลิตยาเม็ด ซึ่งจะช่วยให้เม็ดยาไม่เสียคุณสมบัติในการไหลและการยึดเกาะเป็นเม็ด โดยนำแป้งพรีเจลมาละลายในน้ำที่อุณหภูมิห้องและเติมในส่วนผสมของยา หรือผสมเป็นผงแห้งกับส่วนผสมอื่นๆ แล้วเติมน้ำทีหลัง ซึ่งจะให้คุณสมบัติในการยึดเกาะดีกว่าการใช้แป้งเปียก [29]

2) แป้งละลายน้ำเย็น [29], [31]

แป้งละลายน้ำเย็นผลิตได้จากการปรับสภาพแป้งด้วยแอลกอฮอล์และเบส มีลักษณะเนื้อสัมผัสเรียบ มีความยืดหยุ่น ความมันเงา และความแข็งแรงสูงกว่าแป้งพรีเจล เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนแก่แป้งพรีเจล จะทำให้แป้งพรีเจลเสียรูปในลักษณะของเม็ดแป้ง (Granular) น้อยลง เมื่อนำไปอบแห้ง แต่แป้งละลายน้ำเย็นยังคงสภาพของเม็ดแป้งอยู่ แป้งละลายน้ำเย็นนี้ใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปหลายประเภท

กระบวนการผลิตแป้งละลายน้ำเย็น ทำโดยปรับสภาพเม็ดแป้งด้วยเอทานอลร้อยละ 40 และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ผสมให้เข้ากัน ตกตะกอน ล้าง และทำให้เป็นสารละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 40 หลังจากนั้นปรับให้เป็นกลางด้วยกรดไฮโดรคลอริก ล้างอีกครั้งด้วยเอทานอลร้อยละ 60-95 ทำให้แห้งและผ่านตะแกรง เพื่อแยกสิ่งเจือปนออก ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแป้งละลายน้ำเย็น

3) การลดขนาดเม็ดแป้งโดยทางกล [29]

ขนาดของเม็ดแป้งมีผลต่อคุณสมบัติหลายอย่างของเม็ดแป้ง เช่น การพองตัว การละลาย เป็นต้น การที่เม็ดแป้งถูกทำให้แตกหรือเล็กลงโดยกระบวนการทางกล (Mechanical process)

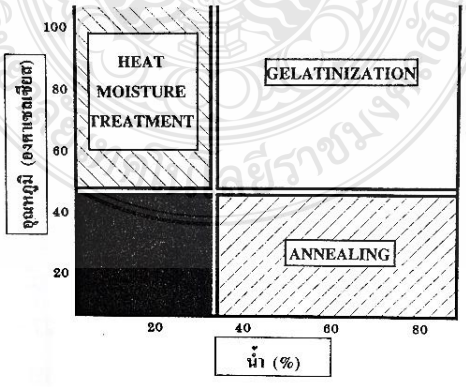
ที่สามารถควบคุมปัจจัยที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิ ได้ จะทำให้ได้เม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กๆ และมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากเดิม โดยเฉพาะหมู่ไฮดรอกซิล (OH-Group) ที่สามารถทำปฏิกิริยาจะมีมากขึ้น

ในการเตรียมเม็ดแป้งขนาดเล็กปกติทำได้โดยการโม่ด้วยลูกบอล (Ball Mill) ที่ใช้เม็ดแก้ว (Glass Bead) ขนาด 0.1 มิลลิเมตร บดโม่โดยใช้สารตัวกลาง เช่น แอลกอฮอล์ต่างๆ (Absolute Ethyl Alcohol, Aqueous Alcohol) หรือในน้ำบริสุทธิ์ [29], [32] สำหรับแป้งมันสำปะหลังสามารถลดขนาดลงจาก 18-25 ไมครอนเหลือ 3-5 ไมครอน โดยการโม่ด้วย Ball Mill ควบคุมอุณหภูมิ เวลา 20 นาที ความเร็วรอบ 2,200 รอบต่อนาที และขนาดของเม็ดแก้วเท่ากับ 0.4 มิลลิเมตร [33] การใช้ประโยชน์ของเม็ดแป้งขนาดเล็กในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ การนำไปใช้แทนส่วนของไขมันในอาหาร จำพวกไอศกรีม น้ำสลัด เป็นต้น [34]

4) การแช่ [29]

การแช่ (Annealing) คือ การแปรรูปแป้งทางกายภาพโดยการใช้ความร้อนในขณะที่เม็ดแป้งอยู่ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเจลาติไนเซชั่น ปกติจะปฏิบัติกันที่ประมาณ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน (เช่น 72 ชั่วโมง) เม็ดแป้งจะมีการเปลี่ยนแปลงภายในระดับของผลึก (Crystal) แรงจับตัวระหว่างผลึกกับอสัณฐาน (Amorphous Matrix) จะเปลี่ยนไปเช่นกัน ลักษณะของผลึก ถ้าตรวจสอบโดย X-ray จะไม่เปลี่ยน แต่อุณหภูมิเจลาติไนเซชั่นจะเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เช่น ถ้าทำการแช่แป้งข้าวสาลีที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 72 ชั่วโมง ค่าอุณหภูมิของเจลาติไนเซชั่นจะเพิ่มขึ้นจากช่วง 52-61 องศาเซลเซียส เป็น 65.4-65.8 องศาเซลเซียส และมีผลต่อคุณสมบัติทางความหนืด (Pasting Properties) เช่น ความหนืดสูงสุด เป็นต้น

ปัจจัยความสัมพันธ์ของการแช่ (Annealing), การเกิดเจลาติไนซ์ (Gelatinization) และความร้อนชื้น (Heat Moisture Treatment) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ปัจจัยความสัมพันธ์ของการแช่, การเกิดเจลาติไนซ์ และความร้อนชื้น
ที่มา : [29], [34]

5) การแปรรูปด้วยความร้อนชื้น [29]

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งภายใต้ความร้อนมีปัจจัยที่สำคัญ คือ อุณหภูมิ ความชื้น (ปริมาณน้ำ) และลักษณะของเม็ดแป้ง การให้ความร้อนสูงๆ โดยมีการจำกัดเรื่องของปริมาณน้ำ ทำให้ลักษณะและคุณสมบัติของแป้งเปลี่ยนไปได้ ดังได้กล่าวมาแล้วว่า เมื่อแป้งมีปริมาณน้ำน้อยๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปหรือหลอมละลาย (Tm) ที่อุณหภูมิสูง 166-180 องศาเซลเซียส แต่เมื่อมีความชื้นสูง (มากกว่าร้อยละ 70) จะมีการเจลาติไนเซชั่นอยู่ที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นต้น การแปรรูปโดยความร้อนชื้นปกติคือการให้ความร้อนแป้งมากกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยที่แป้งมีความชื้นมากกว่าปกติเล็กน้อย (เนื่องจากส่วนใหญ่ใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อน) คือประมาณร้อยละ 18-27 และเวลานานๆ ซึ่งเวลาจะแปรผันกับอุณหภูมิสารที่ใช้

ผลที่เกิดขึ้นจากการแปรรูปโดยความร้อนชื้นคือ การเปลี่ยนแปลงในด้านโครงสร้างของผลึกในเม็ดแป้ง โดยเฉพาะแป้งที่มีผลึกประเภท B (พืชหัว เช่น มันฝรั่ง) จะมีส่วนหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลึกประเภท A ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติทางด้านความร้อนและความหนืดเปลี่ยนไป ปัจจุบันยังไม่มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

2.3.3.3 การดัดแปรทางเทคโนโลยีชีวภาพ [29]

1) แป้งชนิดมีอะมิโลสสูง

แป้งชนิดอะมิโลสสูง (High Amylose Starch) เป็นแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงพบมากในพืชบางชนิด เช่น ข้าวโพด ข้าว บาร์เลย์ ถั่ว นักวิจัยศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมที่มีต่ออัตราส่วนอะมิโลสและอะมิโลเพกทินในข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากเป็นพืชที่เพาะปลูกได้ง่าย มีเมล็ด สามารถดัดแปลงสายพันธุ์และวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมได้ง่าย

อะมิโลเมส (Amylomaize) เป็นข้าวโพดสายพันธุ์ที่มีปริมาณอะมิโลสสูงประมาณร้อยละ 50-80 มียีนซึ่งเหมาะสมในการสังเคราะห์อะมิโลส ได้แก่ Gene Ae การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นในข้าวโพดชนิดนี้ ทำให้องค์ประกอบต่างๆ ในข้าวโพดชนิดนี้ต่างจากข้าวโพดพันธุ์ดั้งเดิม เอนไซม์ที่สร้างพันธะกิ่ง (Branching Enzyme) ที่มีในเอนโดสเปอร์มของข้าวโพดชนิดนี้มีเพียง 1 ใน 3 ของเอนไซม์สร้างกิ่งที่มีในข้าวโพดพันธุ์ดั้งเดิม จึงทำให้อะมิโลเพกทินในข้าวโพดชนิดนี้มีปริมาณน้อยลง

โครงสร้างและขนาดโมเลกุลอะมิโลสในอะมิโลเมส เหมือนกับโมเลกุลอะมิโลสในข้าวโพดดั้งเดิม แต่โครงสร้างและขนาดโมเลกุลอะมิโลเพกทินในอะมิโลเมส และข้าวโพดดั้งเดิมจะแตกต่างกัน โดยที่ความยาวสายเฉลี่ย (Average Chain Length) ของอะมิโลเพกทินในอะมิโลเมสจะยาวกว่าในข้าวโพดดั้งเดิม และมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าข้าวโพดดั้งเดิม [29], [35], [36]

แป้งชนิดมีอะมิโลสสูง (High Amylose Starch) มีการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเนื้อสัมผัสที่คงทน ไม่แตกง่าย ใช้เป็น Sizing Material สำหรับ Glass Fiber เพื่อเพิ่มความแข็งแรงแก่เส้นใย และป้องกันการขาดเนื่องจากการเสียดสี ใช้เป็นสารเคลือบเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของพื้นผิววัสดุ ใช้เป็นกาวที่มีคุณสมบัติดี เนื่องจากอะมิโลสสามารถยึดเกาะกับเซลลูโลส ได้ดีและยึดติดแน่นมากกว่าอะมิโลเพกทิน และไม่สามารถชะออกได้โดยน้ำร้อนเหมือนกับอะมิโลเพกทิน [29], [37]

2) แป้งอะมิโลเพกทิน [29]

แป้งอะมิโลเพกทินเป็นแป้งที่ประกอบด้วยอะมิโลเพกทินเพียงอย่างเดียว พบในธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ซึ่งเกิดการกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นสายพันธุ์ที่มียีนโดยเฉพาะ (Waxy Gene) มีผลต่อชนิดของแป้งที่สังเคราะห์ในเนื้อเยื่อเอนโดสเปอร์ม ดังนั้นเมื่อย้อมสีแป้งอะมิโลเพกทินด้วยไอโอดีนจะได้สีแดงของอะมิโลเพกทิน ต่างจากแป้งโดยทั่วไปซึ่งให้สีน้ำเงิน

ยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์อะมิโลสในเอนโดสเปอร์มของข้าวโพดได้แก่ Wx, wx และ wxa ข้าวโพดสายพันธุ์ปกติมีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 27 มียีน Wx ทั้งหมด เมื่อทดสอบด้วยไอโอดีนจะให้สีน้ำเงิน สำหรับข้าวโพดข้าวเหนียว (Waxy Corn) ที่ไม่มีอะมิโลส มียีนเป็น wx ทั้งหมด เมื่อทดสอบด้วยไอโอดีน จะให้สีแดงของอะมิโลเพกทิน ชนิดและสัดส่วนของยีนที่ปรากฏในเอนโดสเปอร์มมีผลต่อปริมาณอะมิโลสที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น

2.4 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Drier)

2.4.1 หลักการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นการทำแห้งโดยอาศัยวิธีเชิงกล ใช้หลักการส่งผ่านความร้อนเข้าไปในชิ้นอาหาร ทำให้น้ำหรือความชื้นกลายเป็นไอระเหยออกไปจากผิวหน้าของอาหาร มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งทรงกระบอก อาหารจะถูกใส่บนช่องว่างของลูกกลิ้งในขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไป ซึ่งสามารถปรับความเร็วของลูกกลิ้งได้ ภายในลูกกลิ้งจะมีไอน้ำไหลผ่านเข้าไปเป็นตัวให้ความร้อนแก่อาหาร ความร้อนที่ส่งผ่านในลูกกลิ้งจะถ่ายเทแบบการนำความร้อนไปยังผิวลูกกลิ้ง ซึ่งหมุนและมีอาหารเหลวเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ติดอยู่ เมื่อหมุนครบ 1 รอบ [38], [39] ผลิตภัณฑ์จะแห้งติดกับลูกกลิ้งและจะเขี่ยออกโดยใช้ใบมีด [40] ซึ่งสามารถปรับระยะห่างพอที่จะกรีดเอาอาหารแห้งออก ซึ่งอาหารแห้งที่ได้จะมีสภาพเป็นแผ่นบางๆ หรือเป็นผง ทำให้ผลิตอาหารแห้งได้เร็ว มีอัตราการทำแห้งสูง การควบคุมความเร็วของลูกกลิ้งและช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งจะขึ้นกับชนิดของอาหาร และคุณภาพของอาหารแห้งที่ต้องการ การทำแห้งแบบลูกกลิ้งใช้ได้ดีกับวัตถุดิบที่เป็นของเหลวที่มีความข้นหนืดและไหลได้พอสมควร ซึ่งอยู่ในรูปของ Slurries หรือ Paste [38], [39]

2.4.2 ชนิดของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก [40]

เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก จะมีหนึ่งหรือสองตัวก็ได้ แล้วแต่ชนิดของเครื่อง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมีหลายขนาด ตัวเครื่องเป็นทรงกระบอกกลวงทำด้วยโลหะ นำความร้อนได้ดีและไม่เกิดปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลสสตีล ติดตั้งบนฐานที่ทำให้กระบอกหมุนได้รอบตามแกนนอน อัตราเร็วของการหมุนตั้งแต่ 1-10 รอบต่อนาที ชั้นในกระบอกจะบรรจุไอน้ำเดือด น้ำเดือด หรือไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อนกับลูกกลิ้ง นอกจากนี้ยังมีใบมีด (Doctor Blade or Scraper Blade) ที่ยึดติดไว้กับฐานสำหรับกรีดอาหารที่แห้งแล้วออกจากเครื่อง ผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ได้จะมีลักษณะเป็นผงเกล็ดแผ่น ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกเครื่องอบแห้งนี้ว่า Film Drier

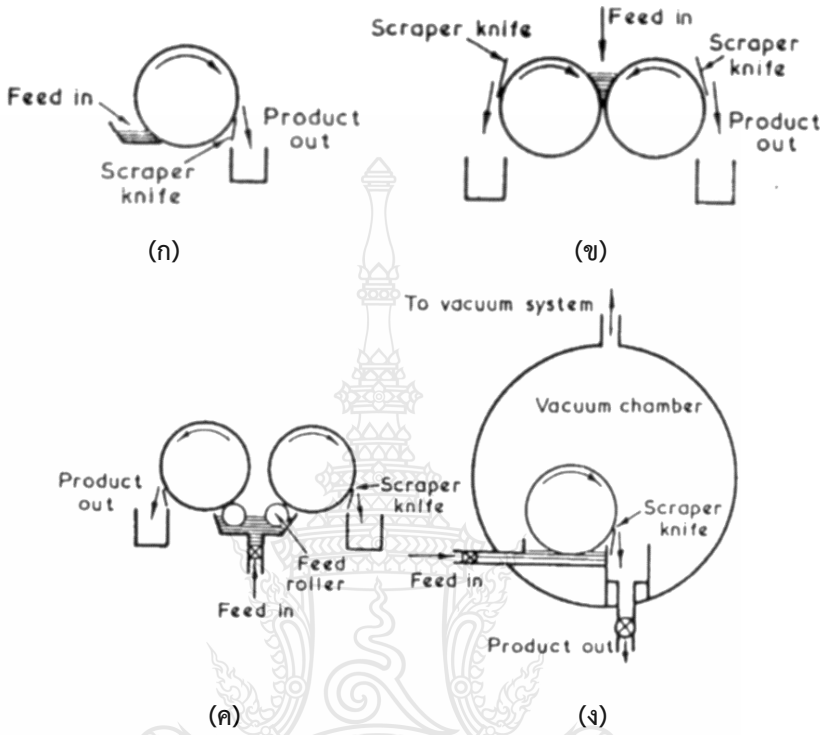
2.4.2.1 แบบลูกกลิ้งเดี่ยว (Single Drum Drier) ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ก) ลักษณะเครื่องอบแห้งประกอบด้วยลูกกลิ้งเดี่ยวหนึ่งตัว สารอาหารที่จะอบแห้งจะต้องป้อนจากด้านล่าง โดยจะต้องจุ่มหรือปั๊มสูบส่งขึ้นไป อาหารเหลวที่จะทำให้แห้งจะเคลือบลงบนผิวของลูกกลิ้งที่ร้อน ขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไปเกือบครบรอบ (ประมาณ 3/4 รอบจากจุดป้อนอาหารเหลว) อาหารแห้งทันทีและถูกปาดออกจากลูกกลิ้งด้วยใบมีด

2.4.2.2 แบบลูกกลิ้งคู่ (Double Drum Drier) ลักษณะเครื่องอบแห้งประกอบด้วย ลูกกลิ้งคู่ 2 ตัว ขนาดเท่ากัน วางคู่กัน มีช่องระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองที่สามารถปรับได้ในระหว่างการทำงาน เครื่องอบแห้งประเภทนี้ ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามทิศทางการหมุนของลูกกลิ้ง คือ Double Drum Drier และ Twin Drum Drier ซึ่งทั้งสองประเภทจะมีการทำงานเหมือนกัน แต่หมุนในทิศทางตรงกันข้ามกันเท่านั้น อาจทำงานแบบในบรรยากาศธรรมชาติ หรือในสภาพสุญญากาศก็ได้เช่นกัน

1) Double Drum Drier ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ข) ประกอบด้วยลูกกลิ้งทรงกระบอก 2 ตัวหมุนเข้าหากัน อาหารเหลวจะถูกป้อนอยู่ระหว่างช่องว่างของลูกกลิ้งทั้ง 2 ความหนาแน่นของแผ่นฟิล์มขึ้นกับคุณสมบัติของอาหารเหลว ผิวหน้าของลูกกลิ้งและระยะช่องว่างลูกกลิ้ง 2 ตัว

2) Twin Drum Drier ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ค) หลักการทำงานคล้าย Double Drum Drier แต่ทิศทางการหมุนจะตรงกันข้าม คือจะหมุนออกจากกัน ช่องห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้ง 2 ตัวจะไม่มีผลต่อความหนาของแผ่นฟิล์ม แต่สามารถปรับได้โดยใช้แบบจุ่มลงในอาหารเหลว ซึ่งเป็นแบบที่ใช้กัน หากอาหารเหลวไม่สามารถเกาะติดกับลูกกลิ้งได้ต้องใช้วิธีพ่นอาหารเหลวบนด้านบนของลูกกลิ้ง นอกจากเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกทั้ง 2 แบบดังกล่าวข้างต้นแล้ว สำหรับวัสดุอาหารเหลวที่ไวต่อความร้อนหรืออาหารเหลวที่ทนความร้อนสูงไม่ได้อาจต้องติดตั้งลูกกลิ้งทรงกระบอกในสภาพสูญญากาศ (Vacuum) จึงมีชนิดของเครื่องอบแห้งนี้อีกแบบ Vacuum Drum Drier ดังแสดงในรูปที่ 2.6 (ง) เพราะปกติอุณหภูมิบนผิวลูกกลิ้งจะมากกว่า 100 องศาเซลเซียส วิธีการทำแห้ง

จึงเหมาะสำหรับอาหารที่ทนความร้อนได้สูงเท่านั้น ถ้าเป็นอาหารเหลวที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ ระบบสุญญากาศจะสามารถลดอุณหภูมิของแหล่งกำเนิดความร้อนได้ แต่ระบบนี้จะมีราคาแพง [40]



รูปที่ 2.6 เครื่องทำแห้งทรงกระบอก (ก) แบบ Single Drum Drier (ข) แบบ Double Drum (ค) แบบ Twin Drum Drier และ (ง) แบบ Vacuum Drum

ที่มา : [40]

2.4.3 ส่วนประกอบของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งโดยทั่วไป [39]

2.4.3.1 โครงสร้างของลูกกลิ้ง ตัวลูกกลิ้งสามารถสร้างด้วยเหล็กหล่อ เหล็กเหนียว เหล็กปลอดสนิมหรือวัสดุอื่นที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับสารที่ต้องการทำแห้ง ลูกกลิ้งที่สร้างด้วยเหล็กหล่อมาตรฐานจะสามารถทนความดันได้ถึง 100 psi และอาจจะหนาไม่สม่ำเสมอ ต้องคลึงผิวสม่ำเสมอกัน โดยปกติจะหนาประมาณ 32 ไมโครนิ้วหรือมากกว่า ลูกกลิ้งจะมีระบบกาลักน้ำอยู่ภายในเพื่อป้องกันการสะสมของสารควบแน่น

2.4.3.2 ชุดปรับระยะลูกกลิ้ง การปรับระยะระหว่างลูกกลิ้งจะใช้สกรูเป็นตัวปรับดันให้ลูกกลิ้งตัวหนึ่งเคลื่อนเข้าไปหาลูกกลิ้งอีกตัวหนึ่งที่ตั้งอยู่กับที่ การปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งจะช่วยควบคุมความหนาของสารที่จะทำแห้ง สกรูที่ใช้ปรับจะติดอยู่กับแบริ่งที่รองรับเพลาของลูกกลิ้ง

ดังนั้น เมื่อปรับสกรูให้เคลื่อนที่แบริ่งก็จะเคลื่อนที่ด้วย นอกจากนี้วิธีปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งยังสามารถใช้สปริงในการดันลูกกลิ้งเข้าหากัน แต่วิธีนี้จะปรับช่องว่างที่ไม่มากนัก

2.4.3.3 ชุดควบคุมความเร็วลูกกลิ้ง การควบคุมความเร็วของลูกกลิ้ง ทั้งใช้การควบคุมโดยการใช้มอเตอร์เกียร์ชนิดปรับรอบได้ สามารถปรับโดยการหมุนตัวปรับติดอยู่ที่ด้านบนของตัวมอเตอร์ ซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มเวลาในการทำแห้งอาหารได้โดยการปรับความเร็วรอบในการหมุนของลูกกลิ้งให้ช้าลงตามความต้องการได้และถือว่าความเร็วของลูกกลิ้งในการทำแห้งแบบลูกกลิ้งเป็นตัวแปรอีกตัวหนึ่งของการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

2.4.3.4 ชุดควบคุมความร้อนลูกกลิ้ง ในการทำแห้งแบบลูกกลิ้งโดยทั่วไปจะใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อน ดังนั้น อุปกรณ์ที่สำคัญคืออุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งไอน้ำเข้าและนำน้ำคอนเดนเสทหรือการนำไอน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Condensate Return System) ออกจากลูกกลิ้ง ซึ่งในที่นี้คือโรตารี่จอยท์ (Rotary Joint) โดยที่อุปกรณ์ตัวนี้จะมีหน้าที่นำไอน้ำเข้าไปในลูกกลิ้งและนำน้ำคอนเดนเสทออกจากลูกกลิ้งเพื่อทำให้ความร้อนในลูกกลิ้งมีค่าคงที่ตลอดเวลาของการทำแห้ง และอุณหภูมิของลูกกลิ้งถือว่าเป็นตัวแปรหนึ่งของการทำแห้งแบบลูกกลิ้งด้วย

2.4.3.5 ตัวกักขังสารละลาย (Endboards) มีหน้าที่ช่วยกักขังสารละลายที่ต้องการทำแห้งให้อยู่ในขอบเขตของลูกกลิ้งไม่ให้ไหลออกนอกพื้นผิวของลูกกลิ้ง ตัวกักขังสารละลายจะตั้งอยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของลูกกลิ้ง จะใช้ตัวกักขังสารละลายกับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่แบบ Nip Feed เท่านั้น โดยปกติตัวกักขังสารละลายทำด้วย Reinforced Phenolic Resin ซึ่งสามารถลดอัตราการดูดซึมและป้องกันการเน่าบูดของสารที่จะทำแห้งได้ ตัวกักขังสารละลายอยู่บนลูกกลิ้งได้โดยอาศัยแรงดันจากสกรูหรือสปริงที่ติดตั้งอยู่บนโครงของเครื่องทำแห้ง

2.4.3.6 ใบมีด (Knife) เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งมักจะติดตั้งใบมีดขนาดหนาประมาณ 2.4 มิลลิเมตร ทำด้วย High Grade Toot Steel ที่ผ่านการชุบแข็ง (Tempered) อายุการใช้งานนาน ใบมีดอาจทำด้วยเหล็กปลอดสนิม, Phosphor Bronze, Monel Laminalo Fibre หรือพลาสติก ตามแต่คุณลักษณะของสารที่ทำแห้งในกรณีที่ถูกกลิ้งมีขนาดยาวมากกว่า 10 ฟุต จะใช้ใบมีดแบบแยกส่วน ใบมีดอาจติดตั้งให้อยู่กับที่หรือติดตั้งให้ปรับเปลี่ยนมุมการขูดสารที่จะทำให้ได้สารที่มีขนาดสม่ำเสมอ

2.4.3.7 ชุดปรับใบมีด (Knife Adjustment) ส่วนนี้จะใช้ Pressure Thumb Screw ขนาดประมาณ 2 นิ้ว เป็นตัวที่ทำให้ใบมีดสัมผัสกับผิวของลูกกลิ้งอย่างสม่ำเสมอตลอดความยาวของลูกกลิ้ง โดยมีความตึงเพียงพอที่จะทำความสะอาดได้ทั่วทั้งผิวลูกกลิ้ง และสามารถปรับใบมีดขึ้นเพื่อลับคมหรือเปลี่ยนได้

2.4.3.8 อุปกรณ์เก็บไอที่มาจากการทำแห้ง (Vapour Hood) ทำด้วยเหล็กปลอดสนิม, พลาสติกหรือ Gaboanized โดย Vapour Hood ใช้สำหรับเก็บและเคลื่อนย้ายไอที่มาจากการทำแห้ง เมื่อใช้กับไอของสารละลายควรจะมีการให้ความร้อนกับ Hood ด้วย Steam Tracing เพื่อป้องกันการเกิดสารควบแน่น

2.4.3.9 ภาชนะบรรจุอาหารที่จะป้อนและรองรับผลิตภัณฑ์จากลูกกลิ้ง อาจทำมาจากพลาสติกหรือวัสดุอื่น

2.4.4 การทำงานของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก [40], [41]

ลักษณะการทำงานที่สำคัญของเครื่องอบแห้งแบบนี้ คือ อาหารเหลวที่จะทำแห้งจะต้องมีความข้นหนืดพอสมควรที่จะยึดติดบนพื้นผิวของลูกกลิ้งได้ ในขณะที่ลูกกลิ้งหมุนอาหารเหลวจะถูกป้อนสู่ลูกกลิ้งโดยวิธีพ่น ป้าย จุ่ม หรือถูกใส่ลงบนช่องว่างของลูกกลิ้งในขณะที่ลูกกลิ้งหมุน ซึ่งต้องสามารถปรับความเร็วของลูกกลิ้งได้ ภายในลูกกลิ้งจะมีแหล่งความร้อนไหลผ่านเข้าไปเป็นตัวให้ความร้อนแก่อาหาร โดยอาศัยหลักการนำความร้อนจากแหล่งกำเนิดผ่านบนผิวลูกกลิ้งสู่อาหารเหลว การควบคุมความเร็วของลูกกลิ้งและช่องว่างลูกกลิ้งจะขึ้นกับชนิดและคุณภาพของอาหารแห้งที่ต้องการโดยทั่วไป เมื่ออาหารเหลวข้นติดไปเป็นฟิล์มบางๆ บนผิวลูกกลิ้งขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไป 3/4 รอบ ก็จะแห้งพอดีกับที่ใบมีดกรีดเอาอาหารแห้งออกไป ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งจะมีสภาพเป็นแผ่นบางๆ หรือเป็นผง

2.4.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง [39]

2.4.5.1 ปริมาณความร้อนจากแหล่งกำเนิดความดันไอน้ำ หรืออุณหภูมิของตัวกลางนำความร้อนมีผลต่ออุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง โดยอุณหภูมิผิวลูกกลิ้งที่ใช้ในการทำแห้งสามารถควบคุมได้โดยการควบคุมแรงดันไอน้ำภายในลูกกลิ้ง โดยที่แรงดันไอน้ำสูง อุณหภูมิที่ผิวท่อก็จะสูงด้วย และมีผลทำอาหารแห้งเร็วยิ่งขึ้น

2.4.5.2 ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (Drum Speed) เป็นตัวกำหนดระยะเวลาที่แผ่นฟิล์มสัมผัสกับผิวลูกกลิ้งในการทำแห้ง

2.4.5.3 ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (Drum Clearance) เป็นตัวกำหนดความหนาของฟิล์มอาหาร ในกรณีที่เป็นลูกกลิ้งคู่ โดยที่ความหนาของวัตถุดิบบนผิวของลูกกลิ้งยิ่งน้อยก็จะทำให้อาหารแห้งเร็วยิ่งขึ้น

2.4.5.4 อุณหภูมิเริ่มต้นของเหลวก่อนป้อนเข้าเครื่องทำแห้ง

2.4.5.5 ปริมาณของแข็งในของเหลว (Solid Content) เป็นตัวแสดงความเข้มข้นในของเหลว โดยที่ปริมาณของแข็งในอาหารสูงจะทำให้อัตราการผลิตสูงขึ้นด้วย

2.4.5.6 อัตราส่วนความชื้นในของเหลว มีผลต่อการเกาะติดบนลูกกลิ้ง ของเหลวควรมีความชื้นอยู่ระหว่าง ร้อยละ 78-80

2.4.5.7 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศคงที่

2.4.5.8 ความหนืดและแรงตึงผิวของสารอาหาร

2.4.6 ระบบการป้อนสารอาหารเหลวที่ต้องการทำแห้ง [39]

2.4.6.1 การป้อนสารแบบจุ่ม (Dip Feed)

เป็นแบบที่ง่ายที่สุดสำหรับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งเดี่ยวและบางครั้งใช้กับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ การทำแห้งนี้ประกอบด้วยถาดที่มีของเหลวที่ต้องการทำให้แห้ง ขณะที่ลูกกลิ้งจุ่มลงในสารละลายที่จะเกิดแผ่นฟิล์มของสาร ระดับของเหลวในถาดทำให้คงที่ด้วยการปรับความสูงของถาด โดยทั่วไปการป้อนสารแบบจุ่มใช้กับสารละลายซึ่งมีความเข้มข้นสูงและเกาะติดกับผิวลูกกลิ้งที่ร้อน

2.4.6.2 การป้อนสารแบบพุ้ย (Splash Feed)

เป็นแบบที่ใช้มากที่สุดกับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ เมื่อสารที่ทำแห้งเป็นสารละลายข้น (Slurry) การทำแห้งนี้ประกอบด้วย Revolving Splash Roll 2 ตัว จะมีความยาวเท่ากับความยาวของลูกกลิ้งจะถูกย้ำด้วยหมุด ซึ่งจุ่มลงไปในถาดป้อนสาร และพุ้ยสารละลายของเหลวข้นให้มาชนกับด้านล่างของลูกกลิ้ง บางส่วนในของเหลวจะตกกลับลงในถาดป้อนสาร ระดับของสารในถาดป้อนสารอาจทำให้คงที่ด้วยระบบ Over Flow โดยการเปลี่ยนความเร็วรอบในการหมุนของ Splash Roll แลกเปลี่ยนความลึกของหมุดที่จุ่มลงในสารละลาย จะสามารถควบคุมความหนาของสารที่จะทำแห้งบนผิวของลูกกลิ้ง ทั้งถาดป้อนสารและ Splash Roll อาจทำด้วยเหล็กปลอดสนิม หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม

2.4.6.3 การป้อนสารแบบปล่อย หรือพ่นสารลงในช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง

1) Perforated Mainfold Pipe Feed ใช้กับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ เมื่อสารที่ทำแห้งจะมีความหนืดปานกลาง ของแข็งอยู่ในสภาพสารละลาย เครื่องมือการป้อนสารแบบนี้ประกอบด้วย Perforated Pipe ติดตั้งขนานอยู่กับลูกกลิ้ง เพื่อให้สารละลายกระจายอย่างสม่ำเสมอบนผิวของลูกกลิ้ง ตลอดจนความยาวของลูกกลิ้ง

2) Pendulum Feed ใช้กับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ เมื่อสารที่ทำแห้งจะมีความหนืดมากจนไม่สามารถป้อนสารแบบ Perforated Mainfold Pipe Feed เครื่องมือนี้ประกอบด้วย Feed Pipe จะแกว่งตามความยาวของลูกกลิ้ง และป้อนสารอย่างสม่ำเสมอในช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง

2.4.6.4 การป้อนสารแบบป้ายติด (Transfer Roll)

ส่วนมากใช้กับเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งเดี่ยว การป้อนสารแบบป้ายติดประกอบด้วยลูกกลิ้งขนาดเล็ก จุ่มอยู่ในถาดของเหลวบางส่วน และติดตั้งให้ลูกกลิ้งนี้สัมผัสกับลูกกลิ้งที่ร้อน ในขณะที่ลูกกลิ้งขนาดเล็กจะหมุนนำของเหลวไปสัมผัสกับลูกกลิ้งที่ร้อนตลอดแนวความยาวของลูกกลิ้ง

2.4.7 หลักในการปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งที่ดี [41], [42]

2.4.7.1 อาหารเหลวจะต้องมีความข้นหนืดและไหลได้พอสมควร เช่น การระเหยน้ำหรือทำให้ปริมาณเนื้ออาหารเหลวร้อนก่อนเข้าเครื่อง เพื่ออัตราการทำแห้งและประหยัดในด้านพลังงานความร้อน เครื่องอบแห้งชนิดนี้เหมาะสมที่จะใช้กับอาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบสูง หากอาหารมีน้ำตาลสูง น้ำตาลจะไหม้ติดลูกกลิ้งได้ อาหารที่มีลักษณะเหลว เช่น น้ำผลไม้ไม่เหมาะสมที่จะทำแห้งโดยวิธีนี้ หากอาหารเหลวมีส่วนผสมของไขมันควรมีการโฮโมจิไนซ์ เพื่อป้องกันมิให้ไขมันแยกตัว

2.4.7.2 ลูกกลิ้งทรงกระบอกจะต้องมีรูปทรงสม่ำเสมอ ผิวราบเรียบและสะอาดตลอดทั้งความยาวของลูกกลิ้ง

2.4.7.3 ใบมีดที่ใช้ปาดอาหารจะต้องคม ควรเป็นใบมีดที่ปรับง่ายและติดตั้งในระยะห่างจากลูกกลิ้งเท่ากันตลอดลำของใบมีดกับความยาวของลูกกลิ้ง

2.4.7.4 ความเร็วของการหมุนของลูกกลิ้งจะขึ้นกับอุณหภูมิ เส้นผ่าศูนย์กลางและช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง

2.5 ไอโซมอลท์ (Isomalt)

2.5.1 ความหมายของไอโซมอลท์

ไอโซมอลท์ เป็นสารให้ความหวาน (Sweetener) ประเภทน้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar Alcolhol) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนโครงสร้างของซูโครส (ในหน่วยของฟรักโทส) เกิดเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งที่ให้พลังงานต่ำ ทำให้ Harmut Bollinger ซึ่งเป็นนักเทคโนโลยีอาหาร ชาวเยอรมันตะวันตกบรรยายถึงไอโซมอลท์ว่าเป็นสารที่ให้ความหวานมาก แต่ไม่ให้พลังงานและมีจำหน่ายภายใต้ชื่อว่า Palatinuit® ดังแสดงในรูปที่ 2.8

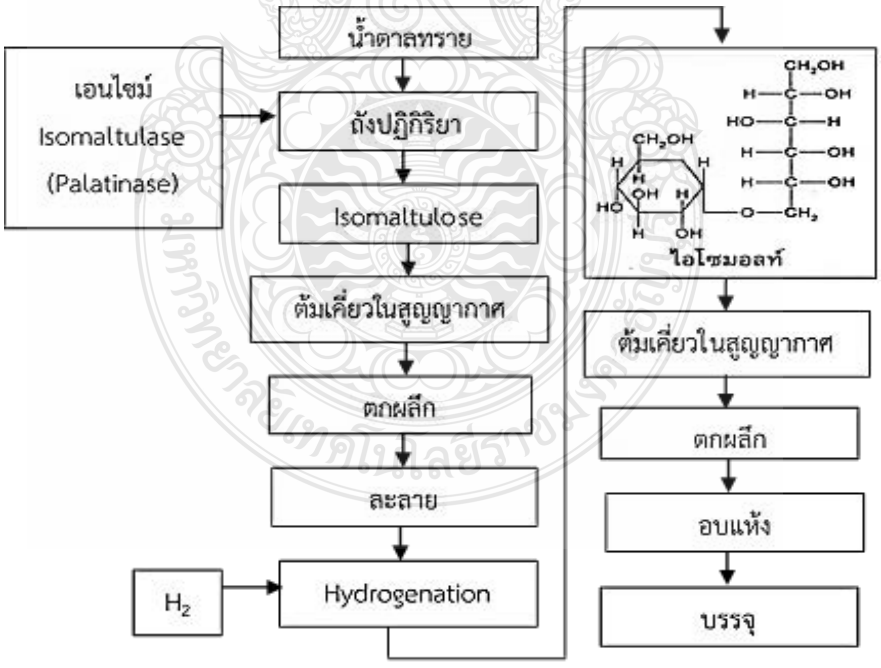
2.5.2 การผลิตไอโซมอลท์ จะมี 2 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 2.9

2.5.2.1 จะมีการสลายพันธะ 1-2 glycosidic ระหว่างกลูโคสและฟรักโทสได้ง่ายโดยมีเอนไซม์ที่ถูกตรึง (Immobilized Enzyme) กระตุ้นเพื่อให้สร้าง Isomaltulose (Palatinase) แล้วทำการตกผลึก Isomaltulose ออกมา

2.5.2.2 จะเติม hydrogen (H_2) ลงในสารละลาย Isomaltulose ที่เป็นกลางโดยมี Raney nickel เป็น Catalyst ก็จะได้ไอโซมอลท์ออกมา ซึ่งเป็นสารผสมแบบ Equimolecular ของ α-D-glucopyranosyl-1, 6-mannitol (GPM) และ α-D-glycopyranosyl-1, 6-sorbitol (GPS)

ในกระบวนการตกผลึกไอโซมอลท์ GMP จะเกิดเป็นผลึกที่มีน้ำอยู่ 2 โมล ในขณะที่ผลึก GPS จะไม่มีน้ำอยู่ในผลึกเลย ดังนั้น ในกระบวนการตกผลึกไอโซมอลท์จะต้องมีน้ำในกระบวนการประมาณร้อยละ 5 [43]

รูปที่ 2.7 สารให้ความหวานพาลาทีน
ที่มา : [44]



รูปที่ 2.8 กระบวนการผลิตไอโซมอลท์
ที่มา : [43]

2.5.3 คุณสมบัติ

ไอโซมอลท์เป็นสารที่มีรสหวานเป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น และไม่ให้รสอื่นร่วมด้วยหรือไม่ Aftertaste ใดๆ เลยนอกจากนี้ยังเป็นสารให้ความหวานที่ให้โครงร่างแก่ผลิตภัณฑ์อาหารเมื่อมีการเติมไอโซมอลท์ลงไป คุณสมบัติต่างๆ ทางกายภาพ ทางเคมี และในทางสรีระของไอโซมอลท์มีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในอาหารต่างๆ ดังนี้

2.5.3.1 ความหวาน (Sweetness) ไอโซมอลท์จะให้ความจะให้ความหวานในช่วง 0.45 ถึง 0.60 เท่าของน้ำตาลทราย

2.5.3.2 การละลาย (Solubility) สามารถละลายได้ร้อยละ 25 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งน้อยกว่าน้ำตาลทรายครึ่งหนึ่ง แต่เหมาะสมพอดีกับการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ

2.5.3.3 ความคงตัว (Stability) ไอโซมอลท์สามารถทนต่อเอนไซม์ สภาวะทางเคมี และความร้อนได้ เพราะมีช่วงการหลอมเหลวที่ 145-150 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงไม่เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีไม่ต้องการที่เรียกว่าน้ำตาลไหม้ (Caramelization) ในช่วงหลอมเหลว Extrusion หรือระหว่างอบ เนื่องจากไอโซมอลท์สามารถทนต่อการปรับสภาวะทางเคมีได้สูง ดังนั้นจึงไม่เกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่นๆ ในอาหารหรือสารปรุงแต่งอาหาร อย่างเช่น กรดอะมิโน (ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยา Maillard) และสารให้กลิ่นรส และจากการที่ไอโซมอลท์สามารถทนต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ได้เป็นอย่างดี ฉะนั้นจุลินทรีย์โดยส่วนใหญ่ที่จะขึ้นในอาหารจึงไม่สามารถใช้ไอโซมอลท์ได้

2.5.3.4 ไม่ทำให้เกิดโรคฟันผุ พบว่าการบริโภคไอโซมอลท์จะไม่เกิดกรดขึ้นในปาก ฉะนั้นฟันจะไม่ถูกทำลายและไม่เกิดโรคฟันผุ

2.5.3.5 ความเหมาะสมต่อคนไข้และโรคเบาหวาน เนื่องจากในลำไส้เล็กจะย่อยและดูดซึมไอโซมอลท์ได้เล็กน้อยเท่านั้น จึงไม่เพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด และไม่เพิ่มระดับอินซูลิน (Insulin)

2.5.3.6 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาล Alcohol อื่นๆ เช่น Sorbitol, Mannitol และ Xylitol พบว่า ไอโซมอลท์ดูดความชื้นได้น้อยกว่า และมีแนวโน้มในการเกิดผลึกได้มากกว่าแต่ไม่ให้ Cooling Effect เลย

2.5.3.7 ปัญหาด้านการทนทาน (Tolerance Problems) จากการบริโภคน้ำตาลแอลกอฮอล์ทุกชนิดเข้าไปมากเกินพอดี คือ เกิดอาการท้องขึ้นและที่ร้ายแรงที่สุดก็คือท้องร่วง โดยที่ขีดจำกัดความอดทนจะเกี่ยวกับน้ำหนักโมเลกุลของน้ำตาลแอลกอฮอล์ด้วย สำหรับพวก Disaccharide Alcohols อย่างเช่น ไอโซมอลท์จะก่อให้เกิดแรงดันออสโมตกต่ำลง เนื่องจากมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ส่วน Bollinger ก็ได้กำหนดเกณฑ์ในการกำหนดปริมาณการบริโภคไอโซมอลท์สำหรับ Non Adaptive Persons ในระดับที่ทนได้สูงสุด คือ ประมาณ 35 กรัม ส่วนผู้ที่เคยบริโภคน้ำตาลแอลกอฮอล์มาแล้วจะสามารถทนได้ในระดับที่สูงกว่านี้ โดยที่ไม่เกิดความผิดปกติ [43]

2.5.3.8 สถานภาพทางกฎหมาย (Regulatory Status) ทาง The Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้พิสูจน์ถึงการใช้ไอโซมอลท์ในอาหารเมื่อปี ค.ศ. 1985 และกล่าวว่าไม่ต้องกำหนดปริมาณ ADI ส่วน the European Economic Community (EEC) Scientific Committee in Food ก็สรุปได้เช่นเดียวกันรวมทั้งน้ำตาลแอลกอฮอล์อื่นๆ ด้วยในปีเดียวกัน เมื่อปี ค.ศ.1983 ในอังกฤษและสวิตเซอร์แลนด์ได้อนุญาตให้ใช้ได้ทั่วไป และตั้งแต่กลางปี ค.ศ.1987 ไอโซมอลท์เป็นที่ยอมรับให้ใช้ในอาหารในฝรั่งเศส ส่วนในสวีเดนจะให้ใช้ในขนมหวาน ในเยอรมัน เดนมาร์ก และเนเธอร์แลนด์ก็มีการยอมให้ใช้ไอโซมอลท์ได้ และประเทศอื่นๆ ในทวีปยุโรปและเอเชีย ยอมรับสารให้ความหวาน โดยอาศัยความปลอดภัยเบื้องต้นตามกำหนดของแต่ละประเทศ สำหรับในสหรัฐอเมริกายังคงพิจารณา GRAS (Generally Recognized as Safe) อยู่

2.5.3.9 การนำไปใช้ (Application) จากคุณสมบัติต่างๆ ข้างต้น จึงนิยมใช้ไอโซมอลท์ในอุตสาหกรรมลูกกวาด ไอศกรีม แยม และเจลลี่ โดยใช้ประโยชน์จากความสามารถในการละลายมีน้อยแล้วนำไปผสมกับน้ำตาลแอลกอฮอล์ตัวอื่น เช่น Maltitol หรือ Lycasin ที่ละลายได้ดีจึงเกิดผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างดีกว่า และจากความสามารถในการดูดความชื้นได้ต่ำของไอโซมอลท์ จึงนำไปใช้ในขนมหวานทีมีรสหวานและที่ไม่หวาน อย่างเช่น Hard-Boiled Candies, Compressed Goods, Pan Coated Goods และ Chewing Gum ในอุตสาหกรรมผลิตช็อกโกแลต การใช้ไอโซมอลท์จะเกิดลักษณะ Sandiness ซึ่งเป็นที่ต้องการตามกระบวนการผลิตช็อกโกแลตเมื่อใช้อณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส จะได้ช็อกโกแลตที่มีรสหวานจัด และเนื้อสัมผัสที่ไม่ต่างไปจากช็อกโกแลตที่ผลิตจากน้ำตาลทรายเลย [43]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 สุนีย์ จึงธีรพานิช [41] การพัฒนาถั่วอะซูกิผงโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิผิวของลูกกลิ้ง 4 ระดับ คือ 120 130 140 และ150 องศาเซลเซียส และอัตราส่วนระหว่างถั่วอะซูกินึ่งต่อน้ำ 3 ระดับ คือ 1:0.2 1:0.4 และ 1:0.6 ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 7 รอบต่อนาที ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.08 มิลลิเมตร พบว่า การทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่เหมาะสม คือ 140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 7 รอบต่อนาที ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.08 มิลลิเมตร และอัตราส่วนถั่วอะซูกินึ่งต่อน้ำ คือ 1:0.2

2.6.2 วลัยรุจี วิเชียรทวี [45] การผลิตเนยแข็งเทียมจากเคซีเนทและโปรตีนข้าว ศึกษาการนำโปรตีนข้าวแทนที่ในเคซีเนทในปริมาณร้อยละ 10 20 และ 35 เพิ่มปริมาณกัมร้อยละ 0.25 และ 0.50 พบว่า ผู้ทดสอบยอมรับเนยแข็งเทียมที่มีโปรตีนข้าวในปริมาณร้อยละ 35 ปริมาณกัมร้อยละ 0.25

จากนั้นทำการศึกษาความแน่นเนื้อและการหลอมของเนยแข็งเทียมที่มีโปรตีนข้าวเทียบกับสูตรมาตรฐาน พบว่า เมื่อโปรตีนข้าวเพิ่มขึ้นเนยแข็งเทียมมีความแน่นเนื้อลดลงและสูญเสียความสามารถในการหลอม

2.6.3 จันเพ็ญ ภู่มิ่งเดือน [46] การผลิตแป้งพรีเจลาติไนซ์และการประยุกต์ในเครื่องดื่มข้าวชนิดชงดื่ม ศึกษาอิทธิพลของสภาวะการผลิตแป้งพรีเจลด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ได้แก่ ความเข้มข้นของน้ำแป้ง ร้อยละ 15-35 อุณหภูมิของลูกกลิ้ง 120-150 องศาเซลเซียส และระยะเวลาสัมผัสความร้อน 30-70 วินาที ต่อคุณสมบัติของแป้งพรีเจลจากแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 แป้งข้าวโพด และแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผสมกับแป้งข้าวโพด 1:1 พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มข้าวชนิดชงดื่มของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 คือ ที่สภาวะความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 15.68 อุณหภูมิของลูกกลิ้ง 120 องศาเซลเซียส และระยะเวลาสัมผัสความร้อน 70 วินาที จะได้แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 พรีเจลาติไนซ์ สภาวะการผลิตที่เหมาะสมของแป้งข้าวโพด คือ ที่สภาวะใช้น้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 15 อุณหภูมิของลูกกลิ้ง 150 องศาเซลเซียส และระยะเวลาสัมผัสความร้อน 70 วินาที สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งพรีเจลจากแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผสมกับแป้งข้าวโพด คือ ความเข้มข้นน้ำแป้งร้อยละ 25.63 อุณหภูมิของลูกกลิ้ง 150 องศาเซลเซียส และเวลาในการสัมผัสความร้อน 30 วินาที

2.6.4 อุมาภรณ์ อภิชาชาญ [47] การปรับปรุงคุณภาพของโดนัทเค้กโดยใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์ทดแทนแป้งสาลี ได้ทำการศึกษาการผลิตแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 40 ความดันไอน้ำ 40 ปอนด์ตารางนิ้ว โดยปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย ได้แก่ ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 2 ระดับ คือ 12 และ 18 รอบต่อนาที และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 2 ระดับ คือ 0.08 และ 0.25 มิลลิเมตร พบว่า ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 12 รอบต่อนาที ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.25 มิลลิเมตร จะได้แผ่นแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์ที่มีความแห้งดี และได้ผลผลิตของแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์เท่ากับร้อยละ 88 ซึ่งสภาวะนี้ได้ผลผลิตของแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์ที่สูงที่สุด

2.6.5 คืนจันทร์ ณ นคร [48] ผลของปริมาณอะมิโลสและสภาวะการผลิตต่อสมบัติหน้าที่ของสตาร์ชข้าวพรีเจลาติไนซ์ ศึกษาสตาร์ชข้าว 3 ชนิด ที่มีปริมาณอะมิโลสต่างกัน ได้แก่ สตาร์ชข้าวเหนียว (ร้อยละ 1.14) สตาร์ชข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ร้อยละ 14.96) และสตาร์ชข้าวเฉี้ยง (ร้อยละ 20.16) ซึ่งดัดแปรด้วยวิธีพรีเจลาติไนเซชัน ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ จากนั้นศึกษาผลของปริมาณอะมิโลสและสภาวะการผลิต ได้แก่ ความเข้มข้นของสตาร์ช ร้อยละ 30 และ 35 โดยน้ำหนักแห้ง ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 2 rpm และ 4 rpm และอุณหภูมิที่ผิวของลูกกลิ้ง 110, 179 และ 123 องศาเซลเซียส พบว่า โครงสร้างของสตาร์ชข้าวเหนียว และ ข้าวขาวดอกมะลิ105 ถูกทำลายจากกระบวนการพรีเจลาติ

ไนซ์มากกว่าสตาร์ชข้าวเฉี้ยง คือระดับของอุณภูมิที่ผิวลูกกลิ้งที่เพิ่มขึ้น ระดับความเร็วรอบและความเข้มข้นของสตาร์ชที่ลดลง มีผลต่อการเพิ่มระดับการถูกทำลายของเม็ดสตาร์ช โดยสตาร์ชที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำและปานกลางถูกทำลายได้มากกว่าสตาร์ชที่มีปริมาณอะมิโลสสูง

2.6.6 ปัจจยา ตันติวีรสุต และคณะ [49] ผลของการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่พรีเจลาติไนซ์เพื่อลดไขมันในน้ำสลัด ศึกษาการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่พรีเจลาติไนซ์เป็นสารทดแทนไขมันในน้ำสลัด เพื่อให้มีปริมาณไขมันลดลงเป็นร้อยละ 25, 30 และ 35 โดยน้ำหนักเปียก จากนั้นนำน้ำสลัดไปตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ความหนืด ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับน้ำสลัดไขมันเต็ม (สูตรควบคุม) พบว่า การเติมแป้งข้าวไรซ์เบอรี่พรีเจลาติไนซ์ ส่งผลให้ค่าความหนืดของน้ำสลัดมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่พรีเจลาติไนซ์ทดแทนไขมันเพิ่มขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระของน้ำสลัดลดไขมันมีค่าเพิ่มขึ้น

2.6.7 ณัฐพงศ์ ทับทิม [50] การเปรียบเทียบในการทำมันสำปะหลังและมันฝรั่งบดคืนรูปโดยวิธีทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ศึกษาการทำแห้งด้วยเครื่องลูกกลิ้งคู่ โดยศึกษา 2 ปัจจัย คือปริมาณของแข็ง 2 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 20 และร้อยละ 22 และอุณหภูมิทำแห้งแปรอุณหภูมิผิวลูกกลิ้งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 120, 125 และ130 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณของแข็งที่เหมาะสมในการผลิตมันสำปะหลังและมันฝรั่งบดคืนรูป คือร้อยละ 22 และอุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง คือ 125 องศาเซลเซียส เนื่องจากแป้งที่ออกมามีลักษณะเป็นแผ่น มีการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและกลิ่นไหม้น้อยที่สุด

2.6.8 วรรณวิภา โคกครุฑ [51] การพัฒนาผงหุงข้าวสำเร็จรูปเพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวเสาไห้ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งผงสำเร็จรูปสำหรับหุงข้าวเสาไห้ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งโดยปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิที่ระดับ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส และอัตราในการหมุนของลูกกลิ้งที่ระดับ 1 และ 2 รอบ/นาที พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง คือ ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส และอัตราการหมุนของลูกกลิ้ง 2 รอบ / นาที เนื่องจากมีค่าดัชนีการละลายน้ำสูงที่สุด และค่าดัชนีการดูดซับน้อยที่สุด ทำให้เกิดละลายน้ำได้ดีจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้ดี

2.6.9 ประเสริฐ รัตนะ [52] ศึกษาส่วนครีมที่เหมาะสมในการพัฒนาแชนวิชสเปรดผสมถั่วเมล็ดแห้ง โดยมีส่วนประกอบเป็นร้อยละดังนี้ น้ำส้มสายชูร้อยละ 8.57 น้ำร้อยละ 23.95 นมถั่วเหลืองร้อยละ 42.83 น้ำตาลร้อยละ 16.46 เกลือร้อยละ 2.34 มัสตาร์ดร้อยละ 0.31 แป้งดัดแปรร้อยละ 5.54 และได้เพิ่มปริมาณถั่วเมล็ดแห้ง 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วเขียวเลาะเปลือกร้อยละ 17.08 ถั่วขาวร้อยละ 10.87 และถั่วนิ้วนางแดงร้อยละ 11.04 และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคที่มีอายุระหว่าง 20 – 45 ปี จำนวน 300 คน ผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 71 และคิดว่าจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 23.70

2.6.10 สุภาพร พาเจริญ [53] การพัฒนามายองเนสเสริมสารสกัดจากเปลือกมะนาว และอบเชย ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์มายองเนสเสริมสารสกัดจากเปลือกมะนาวและอบเชยในปริมาณ 350 ppm และ 450 ppm ตามลำดับ โดยเก็บรักษาในสภาวะเร่งที่ 5 อุณหภูมิห้อง 35 และ 45 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมสารต้านออกซิเดชันและตัวอย่างที่เติมสารต้านออกซิเดชันสังเคราะห์เก็บรักษาในขวดแก้วเป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยใช้ค่าความเป็นกรดเป็นดัชนีในการบ่งบอกการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์มายองเนส และทำนายอายุการเก็บรักษา พบว่า ตัวอย่างมายองเนสที่เติมสารสกัดจากเปลือกมะนาวและอบเชย เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 25 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บประมาณ 242 และ 93 วัน ตามลำดับ

2.6.11 ภานุมาศ รุ่งเรืองอารี [54] ผลของแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์และการเสริมโปรตีนต่อคุณภาพของขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า ศึกษาการผลิตแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยการเตรียมแป้งข้าวเจ้าความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 0.25 รอบต่อนาที นำมาป้อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย ได้แก่ ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง คือ 0.01, 0.015 และ 0.2 นิ้ว และความดันไอน้ำ คือ 10, 20 และ 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ความดันไอน้ำ 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.01 นิ้ว ซึ่งได้แผ่นแป้งที่แห้ง บางเรียบและมัน ไม่ประกบติดกัน เป็นสภาวะที่การระเหยน้ำเป็นไปอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น และเพื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีขั้นตอนและวิธีการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 แป้งข้าวสังข์หยด ตราเขากลาง

3.1.2 เนยสด ตราอลาวลี (Allowrie)

3.1.3 พริกแกงมัสมั่นสำเร็จรูป ตราโลโบ (Lobo)

3.1.4 พาลาทีน ตราพาลาทีน (Palatyne)

3.2 วัสดุ อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

3.2.1.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-200

3.2.1.2 เครื่องบดละเอียด ยี่ห้อ Auari รุ่น AF - 20 a ขนาด 1000 กรัม

3.2.1.3 เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum Drier) ห้างหุ้นส่วนจำกัด P.S.A 21

3.2.2 อุปกรณ์ในการผลิตสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

3.2.2.1 เครื่องผสมแบบตะกร้อมือ ยี่ห้อ Hyasong รุ่น HM825S

3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.3.1 เครื่องวัดค่า Water Activity (a_w) ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น CX3TE

3.2.3.2 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunterlab รุ่น Colorflex EZ

3.2.3.3 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส Texture Analyzer ยี่ห้อ Stable microsystems รุ่น TA.TX Plus Extended Height ใช้หัวกรวย (Cone Probe) ขนาดมุม 60 องศาเซลเซียส

3.2.3.4 เครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว Rapid Visco Amylograph ยี่ห้อ Perten Innstruments รุ่น RVA 4500

3.2.3.5 เครื่องวัดค่าความชื้น Halogen Moisture Analyzer ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น HB 43-S Halogen

3.2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.4.1 อุปกรณ์สำหรับวัดค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำ

1) หลอดทดลองมีฝาปิด
2) เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ยี่ห้อ Digicen 21 R
3) ถ้วยอลูมิเนียม
4) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Tanita รุ่น KD-200
5) ตู้อบ (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UNB500

3.2.4.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ยี่ห้อ Trans Instruments รุ่น BP3001

3.2.4.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2019)

3.2.4.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2019)

3.2.4.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Nutrition Labeling, 1993)

3.2.4.6 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2019)

3.2.4.7 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2019)

3.2.4.8 เครื่องวิเคราะห์ค่าความชื้น (AOAC, 2019)

3.2.5 อุปกรณ์ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

3.2.5.1 ถาดใส่อาหาร

3.2.5.2 แบบทดสอบ

3.2.5.3 ปากกา

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

3.3.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

3.3.1.2 การสร้างแบบสอบถาม

1) ประชากรศาสตร์

2) ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์สเปรด

3) ความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด

3.3.1.3 การประเมินแบบสอบถาม

พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาแบบสอบถาม การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการให้คะแนนแบบสอบถามเป็นรายข้อ พิจารณาความถูกต้องตามองค์ประกอบที่ต้องการศึกษาและภาษาที่ใช้ ข้อคำถามแต่ละข้อวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้ คะแนน +1 แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และคะแนน -1 แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) จากสูตรการคำนวณดังแสดงในสมการที่ 3.1 ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (3.1)$$

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่าตั้งแต่ 0.50-1.00 แสดงว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องข้อคำถาม แต่ถ้ามีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรนำมาแก้ไขปรับปรุง

3.3.1.4 การสำรวจแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

โดยการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 150 คน ที่มีอายุตั้งแต่ 16 ปีขึ้นไป ในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

3.3.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

3.3.2.1 ศึกษาคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของแป้งข้าวสังข์หยด

1) ปริมาณเส้นใย (AOAC, 1990)

2) ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)

3) ค่าความชื้น โดยใช้เครื่อง Halogen Moisture Analyzer

4) ค่า Water Activity (a_w) โดยใช้เครื่อง Water Activity

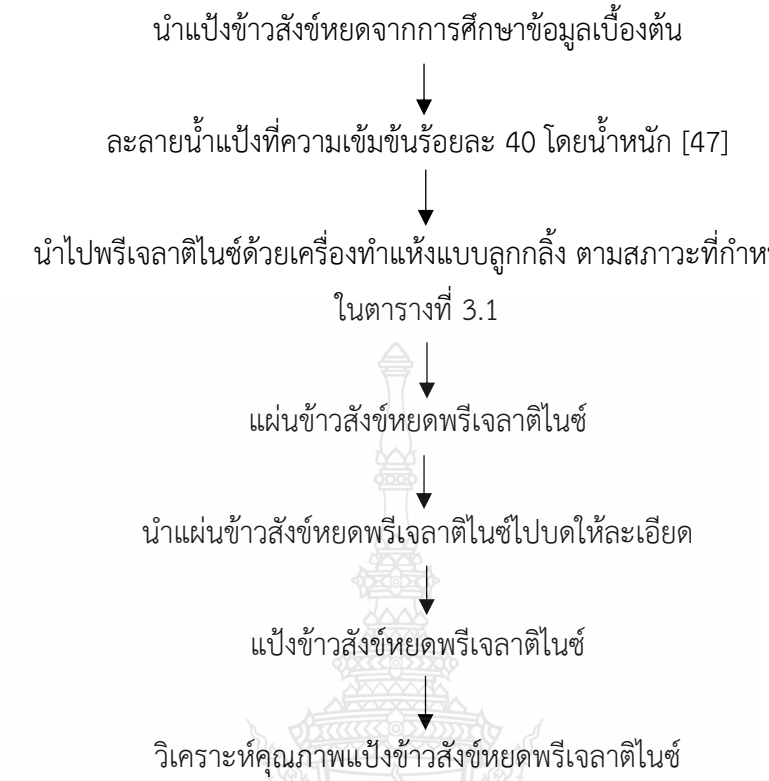
5) ค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab Colorimeter

3.3.2.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิของลูกกลิ้ง แปรเป็น 3 ระดับ คือ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส และอัตราการหมุนของลูกกลิ้ง แปรเป็น 2 ระดับ คือ 1 และ 2 รอบต่อนาที ดัดแปลงจากวรรณวิภา โคกครุฑ [51] โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จะได้สภาวะทั้งหมด 6 สภาวะ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และขั้นตอนการศึกษาสภาวะในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สภาวะในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

สภาวะ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	อัตราการหมุนของลูกกลิ้ง (ความเร็วรอบต่อนาที)
1	120	1
2	120	2
3	130	1
4	130	2
5	140	1
6	140	2



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการศึกษาสภาวะในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

นำแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ทั้ง 6 สภาวะ มาทำการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1) ค่า Water Activity (a_w) โดยใช้เครื่อง Water Activity
2) ค่าความชื้น โดยใช้เครื่อง Halogen Moisture Analyzer
3) ค่าความหนืดของแป้ง โดยใช้เครื่อง Rapid Visco Amylograph
4) ค่ากำลังการพองตัวและดัชนีการละลายน้ำ [54], [55]

ชั่งผลิตภัณฑ์ 1.25 กรัม ละลายน้ำ 15 มิลลิลิตร ในหลอดเหวี่ยงขนาด 30 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันเป็นช่วงๆ เป็นเวลา 30 นาที และนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงแยก (Centrifuge) ที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที แยกส่วนใสและตะกอนออกจากกัน โดยนำตะกอนที่ได้ไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าดัชนีการดูดซับน้ำ ส่วนใสที่แยกออกมานำไปอบที่ตู้อบ (Hot Air Oven) จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าดัชนีการละลาย

$$\text{ดัชนีการละลาย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งที่ได้จากส่วนใส} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งผลิตภัณฑ์}} \quad (3.2)$$

$$\text{ดัชนีการดูดซับน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอน-น้ำหนักแห้งผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักแห้งผลิตภัณฑ์}} \quad (3.3)$$

จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เลือกสภาวะที่ทำให้ค่าความ Water Activity (a_w) และค่าความชื้นของแป้งพรีเจลน้อยที่สุด ค่าความหนืด ค่าการพองตัวและการละลายน้ำที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

3.3.3 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

นำแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ จากข้อ 3.3.2.2 มาศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยปัจจัยที่ศึกษามี 3 ปัจจัย คือ สารละลายแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ร้อยละ 30 และ 40 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 20, 25 และ 30 และปริมาณเนยสดร้อยละ 10 และ 20 โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จะได้สูตรทั้งหมด 12 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ดังแสดงในรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

สูตร	ปริมาณแป้ง (ร้อยละของปริมาตรน้ำ)	ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละของสารละลายแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์	ปริมาณเนยสดร้อยละของสารละลายแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์
1	30	20	10
2	30	25	20
3	30	30	10
4	30	20	20
5	30	30	10
6	30	25	20
7	40	20	10
8	40	25	20

ตารางที่ 3.2 สูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น (ต่อ)

สูตร	ปริมาณแป้งแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ (ร้อยละของปริมาตรน้ำ)	ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละของสารละลายแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์	ปริมาณเนยสดร้อยละของสารละลายแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์
9	40	30	10
10	40	20	20
11	40	25	10
12	40	30	20

ผัดพริกแกงมัสมั่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 3 นาที พักไว้จนถึงอุณหภูมิห้อง

↓

ตีเนยสดด้วยเครื่องผสมอาหารด้วยความเร็วระดับ 5 เป็นเวลา 3 นาที
เพื่อให้เนยแตกตัว

↓

นำพริกแกงมัสมั่นที่พักไว้ ตีผสมกับเนยสดและสารให้ความหวานพาลาทีน
ด้วยความเร็วระดับ 1 ให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที

↓

เติมแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ตีให้เข้ากันอีกครั้งเป็นเวลา 5 นาที

↓

จากนั้นบรรจุใส่ขวดแก้วฝาเกลียวที่ล้างทำความสะอาด
และผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
ดัดแปลงจาก สุภาพร พาเจริญ [53]

↓

นำผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
ไปพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที [53]

↓

วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการศึกษาสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นที่ได้ทั้ง 12 สูตร มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ดังนี้

1) เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

2) ค่า Water Activity (a_w) โดยใช้เครื่อง Water Activity

3) ค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab Colorimeter ซึ่งค่า L* แสดงถึงค่าความสว่างและความมืด มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 L* มีค่า 0 หมายถึง สีดำ L* มีค่า 100 หมายถึง สีขาว ค่า a* แสดงค่าสีระหว่างความเป็นสีแดงหรือสีเขียว โดย a* มีค่าบวก หมายถึง สีแดง a* มีค่าลบ หมายถึง สีเขียว ค่า b* แสดงค่าสีระหว่างความเป็นสีเหลืองถึงน้ำเงิน โดย b* มีค่าบวก หมายถึง สีเหลือง b* มีค่าลบ หมายถึง สีน้ำเงิน

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เลือกสเปรดสูตรที่มีค่าความคงตัวทางสถิติที่ไม่แตกต่างกับสเปรดตามท้องตลาด (Control) โดยทำการคัดเลือกให้เหลือ 4 สูตร ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น หลังจากนั้นมาทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมให้เหลือ 1 สูตร โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น จำนวน 50 คน ในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยสอบถามทางความชอบด้านลักษณะปรากฏ ด้านกลิ่นพริกแกงมัสมั่น ด้านกลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น ด้านรสเผ็ด ด้านรสหวาน ด้านความง่ายในการสเปรด และด้านความชอบโดยรวม ให้คะแนนด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ระดับ 1 ถึง 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และเลือกสูตรผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

3.3.4 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

3.3.4.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) ค่า Water Activity (a_w) โดยใช้เครื่อง Water Activity

2) ค่าสี โดยใช้เครื่อง Hunter Lab Colorimeter

3.3.4.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2019)

2) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2019)

3) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Nutrition Labeling 1993)

4) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2019)

5) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2019)

6) เครื่องวิเคราะห์ค่าความชื้น (AOAC, 2019)

7) ความเป็นกรด–ด่าง โดยใช้เครื่อง Professional Benchtop pH Meter

8) ความหืนโดยการหา Thiobarbituric Acid Number (TBA) The Chemical Analysis of Food (1976)

9) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH

3.3.4.3 จุลินทรีย์

1) จุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2019)

2) ยีสต์และรา (AOAC, 2019)

3.3.4.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป จำนวน 100 คน ในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยสอบถามความชอบด้านลักษณะปรากฏ ด้านกลิ่นพริกแกงมัสมั่น ด้านกลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น ด้านรสเผ็ด ด้านรสหวาน ด้านความง่ายในการสเปรด และด้านความชอบโดยรวม ให้คะแนนด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ระดับ 1 ถึง 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนมิถุนายน 2561 – ธันวาคม 2563

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

3.5.1 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.5.2 ห้างหุ้นส่วนจำกัด P.S.A.21 จังหวัดปทุมธานี

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น และเพื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีผลและวิจารณ์ผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

4.1.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากการสืบค้นข้อมูลในหนังสือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารหรือสิ่งพิมพ์ต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติ พฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์สเปรด เช่น สถานที่ที่จัดจำหน่าย ความถี่ในการรับประทาน ราคาย่อมเยา ความถี่ในการรับประทาน และปัญหาที่พบในการรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรด พบว่าผลิตภัณฑ์สเปรดยังมีช่องทางการตลาด และต้องการพัฒนาเนื่องจากผลิตภัณฑ์สเปรดในท้องตลาดยังไม่มีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ของไทย และการดำเนินชีวิตของคนในปัจจุบันที่ต้องอยู่ในสภาพที่เร่งรีบจึงไม่มีเวลาเลือกซื้อวัตถุดิบและปรุงอาหารด้วยตนเอง ทำให้ผลิตภัณฑ์สเปรดเป็นอาหารที่เหมาะสมโดยไม่ต้องเตรียมวัตถุดิบและยังสามารถนำไปรับประทานกับผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกด้วย

4.1.2 การสร้างแบบสอบถาม

4.1.2.1 ประชากรศาสตร์

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับตัวบุคคล เช่น อายุ เพศ การศึกษา อาชีพ รายได้ ศาสนา และเชื้อชาติ ซึ่งมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมผู้บริโภค ซึ่งโดยทั่วไปแล้วใช้เป็นลักษณะพื้นฐานที่นักการตลาดมักจะนำมาพิจารณาสำหรับการแบ่งส่วนตลาด (Market Segmentation) โดยนำมาเชื่อมโยงกับความต้องการความชอบ และอัตราการใช้สินค้าของผู้บริโภค [56], [57]

4.1.2.2 พฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด

โดยคำถามส่วนใหญ่จะถามเกี่ยวกับพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด เช่น ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรดคู่กับอาหารชนิดใดบ่อยที่สุด ความถี่ที่ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรด สถานที่ที่ซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดบ่อยที่สุด ท่านซื้อผลิตภัณฑ์สเปรด

ขนาดใดบ่อยที่สุด ผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติใดที่ท่านซื้อรับประทานบ่อยที่สุด เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สเปรด และปัญหาที่พบเมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรด [6], [52]

4.1.2.3 แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด คือผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติหวาน มีรสแกงมัสมั่น และบรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดแก้ว โดยใช้คำถามดังนี้ ท่านคิดว่ารสชาติใดควรเป็นรสชาติเด่นในผลิตภัณฑ์สเปรด หากมีผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติไทยท่านอยากให้มีรสชาติใดบ้าง ภาชนะบรรจุที่ท่านคิดว่าเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์สเปรดมากที่สุด ซึ่งคำถามเหล่านี้มีความสำคัญกับการกำหนดรสชาติ กำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์ กำหนดขนาดบรรจุ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด [6], [52]

4.1.3 การประเมินแบบสอบถาม

พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาแบบสอบถาม การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ให้คะแนนแบบสอบถามเป็นรายข้อ ซึ่งความถูกต้องตามองค์ประกอบที่ต้องการศึกษาและภาษาที่ใช้ ข้อคำถามแต่ละข้อวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์หรือไม่ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ในการประเมินข้อคำถาม

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
3	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 4.1 ผลการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ในการประเมินข้อคำถาม (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ที่มา : จากผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางที่ 4.1 ผลการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามเท่ากับ 0.89 ซึ่งหมายถึงข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเกณฑ์ (มีค่า IOC มากกว่า 0.50) โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่าควรมีการตรวจคำถามเพื่อความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะที่ได้รับให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล เพื่อให้แบบสอบถามฉบับนี้มีเนื้อหาที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ มีความถูกต้องเที่ยงตรงที่สุด ดังแสดงในภาคผนวก ก

4.1.4 การสำรวจแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

ผลการสำรวจแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด โดยการสำรวจกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 150 คน ในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2, 4.3 และ 4.4

จากการสำรวจข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ เป็นต้น ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	46	30.70
หญิง	104	69.30
รวม	150	100.00

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค (ต่อ)

ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
2. อายุ		
ตั้งแต่ 16–20 ปี	56	37.30
21–25 ปี	27	18.00
26–30 ปี	20	13.30
31–35 ปี	19	12.70
36–40 ปี	13	8.70
41–45 ปี	4	2.70
45 ปีขึ้นไป	11	7.30
รวม	150	100.00
3. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย	7	4.70
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	31	20.70
อนุปริญญา/ปวส.	18	12.00
ปริญญาตรี	89	59.30
สูงกว่าปริญญาตรี	5	3.30
รวม	150	100.00
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	72	48.00
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	36	24.00
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	14	9.30
พนักงานบริษัทเอกชน	15	10.00
อื่นๆ (แม่บ้าน, รับจ้าง ฯลฯ)	13	8.70
รวม	150	100.00

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค (ต่อ)

ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
5. รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	58	38.70
10,001–15,000 บาท	49	32.70
15,001–20,000 บาท	33	22.00
20,001–25,000 บาท	6	4.00
สูงกว่า 25,000 บาท	4	2.70
รวม	150	100.00

จากตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็น ร้อยละ 69.30 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรีคิดเป็น ร้อยละ 59.30 ปัจจัยส่วนบุคคลในแต่ละข้อ ล้วนมีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค เมื่อพิจารณาจากแบบทดสอบแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดในครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลทางประชากรศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน เพราะสถิติที่สามารถวัดข้อมูลทางประชากรศาสตร์สามารถช่วยกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถนำไปวางแผนการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและเจาะกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจน [58]

จากการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด

พฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
6. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรดคู่กับอาหารชนิดใดบ่อยที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รับประทานกับขนมปัง	87	48.90
รับประทานกับขนมปังกรอบ (แครกเกอร์)	49	27.50
รับประทานกับอาหารทอด	25	14.00
อื่นๆ (ผักสลัด ฯลฯ)	17	9.60
รวม	178	100.00

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด (ต่อ)

พฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
7. ความถี่ที่ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรด		
ทุกวัน	5	3.30
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	31	20.70
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	14	9.30
นานๆ ครั้ง	80	53.30
อื่นๆ (เดือนละครั้ง ฯลฯ)	20	13.30
รวม	150	100.00
8. สถานที่ที่ซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดบ่อยที่สุด		
Hypermarket เช่น โลตัส, บิ๊กซี	42	28.00
Supermarket เช่น ท็อปส์	13	8.70
ร้านสะดวกซื้อ (เช่น 7-11, am-pm)	63	42.00
อื่นๆ (ตลาด, ร้านค้าปลีก ฯลฯ)	32	21.30
รวม	150	100.00
9. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดขนาดใดบ่อยที่สุด		
ขนาดใหญ่ (460 กรัม)	6	4.00
ขนาดกลาง (220 กรัม)	35	23.30
ขนาดเล็ก (130 กรัม)	83	55.30
อื่นๆ (100 กรัม, 170 กรัม ฯลฯ)	26	17.30
รวม	150	100.00
10. ผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติใดที่ท่านซื้อรับประทานบ่อยที่สุด		
ดั้งเดิม	29	19.30
ทูน่า	50	33.30
แฮมไก่	19	12.70
น้ำพริกเผามายองเนสชีส	25	16.70
รสมัสตาร์ด	7	4.70
อื่นๆ (ช็อกโกแลต, แยมสตรอว์เบอร์รี, เนยถั่ว)	20	13.30
รวม	150	100.00

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด (ต่อ)

พฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
11. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สเปรด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รสชาติดี	83	34.00
การโฆษณา	26	10.70
ตามความนิยม	28	11.50
ความคงตัวดี	16	6.00
คุณค่าทางโภชนาการ	44	18.00
สีเป็นที่พึงพอใจ	7	2.90
ราคาถูก	21	8.60
อื่นๆ (เพื่อนแนะนำ ฯลฯ)	19	7.80
รวม	244	100.00
12. ปัญหาที่พบเมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รสจัดเกินไป	27	13.60
กลิ่นน้ำส้มสายชูแรงเกินไป	29	14.60
รสหวานเกินไป	20	10.10
อายุการเก็บรักษาสั้น	32	16.20
มีรสชาติให้เลือกน้อย	66	33.30
อื่นๆ (มีส่วนผสมของไขมันเยอะเกินไป ฯลฯ)	24	12.10
รวม	198	100.00

จากตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานกับขนมปัง เนื่องจากคนไทยคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์สเปรด ได้แก่ แยม และเนย จะเห็นได้จากอัตราการเติบโตขึ้นของแยม ในปีพ.ศ.2559 คิดเป็นร้อยละ 3.80 [59] และเนย ในปี พ.ศ.2561 คิดเป็นร้อยละ 5.40 [60] ยิ่งผลิตภัณฑ์สเปรดมีรสชาติและความเป็นเอกลักษณ์ของไทยจะยิ่งทำให้คนไทยคุ้นเคยได้ง่ายขึ้น เพราะขนมปังมีลักษณะที่เป็นเนื้อละเอียดนุ่ม คนไทยนิยมบริโภคเป็นอาหารหลัก ของว่าง หรือแม้แต่ขนมหวาน [61] และเมื่อนำผลิตภัณฑ์สเปรดมาแล้ว ทำให้เนื้อของผลิตภัณฑ์แทรกเข้าไปในเนื้อของขนมปัง จึงมีความชุ่มชื้น เป็นเนื้อเดียวกัน และยังช่วยเพิ่มรสชาติให้กับขนมปัง สถานที่ที่ซื้อผลิตภัณฑ์คือ ร้านสะดวกซื้อ เช่น เซเว่น อีเลฟเว่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธีระพงษ์ แสงวิเศษ [62] ความพึงพอใจของลูกค้าที่ใช้บริการร้านสะดวกซื้อเซเว่นอีเลฟเว่น ที่มี

ต่อการจัดวาง Layout ในสาขาที่ได้รับการปรับปรุงร้าน พบว่า ให้ความพึงพอใจต่อการเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง ป้ายสัญลักษณ์ของร้านเห็นได้ชัดเจน ชั้นวางสินค้ามีป้ายบอกราคาสินค้าครบถ้วน มองเห็นชัดเจน และสถานที่ตั้งอยู่ในทำเลที่สะดวกในการเดินทางมาใช้บริการ ขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์สเปรดที่ผู้บริโภคเลือกซื้อคือ ขนาดเล็ก (130 กรัม) รสชาติที่ซื้อรับประทานคือ รสทูน่า โดยเหตุผลที่เลือกซื้อรสทูน่าคือ รสชาติดี ปัญหาที่พบคือ มีรสชาติให้เลือกน้อย และจากการสำรวจแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด	ความถี่	ร้อยละ
13. ท่านคิดว่ารสชาติใดควรเป็นรสชาติเด่นในผลิตภัณฑ์สเปรด		
เค็ม	17	11.30
เผ็ด	21	14.00
เปรี้ยว	48	32.00
หวาน	60	40.00
อื่นๆ	4	2.70
รวม	150	100.00
14. หากมีผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติไทย อยากให้มีรสชาติใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รสแกงมัสมั่น	72	22.20
รสคั่วกลิ้ง	37	11.40
รสแกงพะแนง	41	12.70
รสแกงเขียวหวาน	35	10.80
รสลาบน้ำตก	62	19.10
รสต้มยำ	65	20.10
อื่นๆ (ซีฟู้ด, ชาไทย ฯลฯ)	12	3.70
รวม	324	100.00

ตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด (ต่อ)

แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด	ความถี่	ร้อยละ
15. ภาชนะบรรจุที่ท่านคิดว่าเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์สเปรดมากที่สุด		
ขวดแก้ว	98	65.30
หลอดพลาสติก	23	15.30
ซองอลูมิเนียมฟอยด์	7	4.70
ซองพลาสติกใส	16	10.70
ถุงพลาสติก	4	2.70
อื่นๆ (ถุงติดฝาเกลียว ฯลฯ)	2	1.30
รวม	150	100.00

จากตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติหวาน ต้องการให้มีรสแกงมัสมั่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณี ประสารชัยมนตรี ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับพริกแกงไทยที่คนไทยนิยมบริโภค มีจำนวน 10 ชนิด คือ พริกแกงเหลือง พริกแกงมัสมั่น เครื่องต้มข่า พริกแกงป่า พริกแกงส้ม พริกแกงเผ็ด พริกแกงกะหรี่ พริกแกงพะแนง พริกแกงเขียวหวานและเครื่องต้มยำ และได้ศึกษาความสามารถการต้านฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ของสารก่อมะเร็ง พบว่า พริกแกงมัสมั่นสามารถยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ของสารก่อมะเร็งได้สูงสุด [63] ส่วนรูปแบบของบรรจุภัณฑ์คือ ขวดแก้ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประเสริฐ รัตนะ [52] กล่าวไว้ว่า หากจะวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์สเปรดนั้น ควรบรรจุในขวดแก้วใส เพื่อผู้บริโภคจะได้มองเห็นตัวผลิตภัณฑ์

ดังนั้น ผู้วิจัยคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดให้มีรสมัสมั่น โดยการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ให้มีคุณค่าทางโภชนาการคือสารต้านอนุมูลอิสระ บรรจุผลิตภัณฑ์ในขวดแก้ว และขนาดที่บรรจุ 130 กรัม เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

4.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

4.2.1 การศึกษาคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของแป้งข้าวสังข์หยด

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวสังข์หยด

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ	ปริมาณ	หน่วย
ไขมัน (AOAC, 1990)	2.31 ± 0.01	กรัม
เส้นใย (AOAC, 1990)	0.85 ± 0.01	กรัม
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	13.00 ± 0.07	
Water Activity (a_w)	0.60 ± 0.00	
ค่าสี L*	71.50 ± 0.26	
ค่าสี a*	6.41 ± 0.11	
ค่าสี b*	11.45 ± 0.08	

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวสังข์หยด พบว่า แป้งข้าวสังข์หยดมีไขมัน เท่ากับ 2.31 ไขมันบริเวณผิวของเม็ดแป้งประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ กรดไขมันอิสระ กลูโคลิพิดและฟอสฟอลิพิด ส่วนไขมันภายในเม็ดแป้งนั้นจะเชื่อมต่อกับคาร์โบไฮเดรตอย่างหลวมๆ คุณสมบัติของไขมันในเม็ดแป้งช่วยลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการดูดน้ำของแป้ง [64] ส่วนปริมาณเส้นใย เท่ากับ 0.85 ซึ่งเส้นใยอาหารมีความสำคัญต่อภาวะโภชนาการ เพราะเส้นใยอาหารช่วยทำให้ระบบทางเดินอาหารทำงานเป็นปกติ และช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคต่างๆ เช่น เบาหวาน คอเลสเตอรอลในเลือดสูงและมะเร็ง เป็นต้น [65] นอกจากนี้เส้นใยอาหารบางชนิดยังช่วยป้องกันอาการท้องผูกและควบคุมน้ำหนัก ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน ควบคุมระดับคอเลสเตอรอลและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้และช่วยเพิ่มการดูดซึมของแร่ธาตุต่างๆ และเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายด้วย [66] นอกจากนี้ในแป้งข้าวสังข์หยดยังมีปริมาณโปรตีน เถ้า และปริมาณอะมิโลส คือร้อยละ 9.05 0.47 และ 15.95 ตามลำดับ และยังมีพลังงานต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์ [67]

ค่า Water Activity (a_w) เป็นปัจจัยชี้ระดับ a_w ที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญอาหาร ซึ่งในแป้งข้าวสังข์หยดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารของผลิตภัณฑ์กลุ่มอาหารแห้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.6

เพราะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากถ้าค่า a_w สูงทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถดึงน้ำในผลิตภัณฑ์อาหารไปใช้ ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพและการเน่าเสียของอาหารได้ [68] และจากการศึกษาค่าความชื้นของแป้งข้าวสังข์หยด พบว่า ค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์แป้ง ซึ่งค่าความชื้นมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แป้งกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 13 [23], [42]

4.2.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิของลูกกลิ้งแปรเป็น 3 ระดับ คือ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส และอัตราการหมุนของลูกกลิ้งแปรเป็น 2 ระดับ คือ 1 และ 2 รอบต่อนาที ได้ทั้งหมด 6 สภาวะ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ลักษณะของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

สภาวะ	รูปของลักษณะปรากฏ	ลักษณะปรากฏ
สภาวะที่ 1 อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 120 องศาเซลเซียสความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที		มีลักษณะแห้งเป็นแผ่นเล็ก หลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ค่อนข้างยาก และบางส่วนจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง
สภาวะที่ 2 อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 120 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที		มีลักษณะแห้งเป็นแผ่นเล็กๆ หลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ยาก และส่วนใหญ่จับตัวกันเป็นก้อนแข็ง
สภาวะที่ 3 อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 130 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที		มีลักษณะส่วนใหญ่เป็นแผ่นบาง มีความแห้ง หลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ดี และมีบางส่วนเป็นแผ่นเล็กๆ

ตารางที่ 4.6 ลักษณะของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (ต่อ)

สภาวะ	รูปของลักษณะปรากฏ	ลักษณะปรากฏ
สภาวะที่ 4 อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 130 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที		มีลักษณะส่วนใหญ่เป็นแผ่นบาง มีความแห้ง หลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ค่อนข้างดี และมีบางส่วนเป็นแผ่นเล็กๆ
สภาวะที่ 5 อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที		มีลักษณะเป็นแผ่นบาง หลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ดี และบางส่วนจะเป็นผงละเอียดแห้ง
สภาวะที่ 6 อุณหภูมิผิวลูกกลิ้ง 140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที		มีลักษณะเป็นแผ่นบาง หลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ค่อนข้างดี และบางส่วนจะเป็นผงละเอียดแห้ง

จากตารางที่ 4.6 ลักษณะของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ พบว่า สภาวะที่ 1 และ 2 แผ่นแป้งที่ได้มีลักษณะหลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ค่อนข้างยาก และบางส่วนจับตัวกันเป็นก้อนเหนียวแข็ง เพราะมีปริมาณความชื้นสูง เนื่องจากอุณหภูมิของลูกกลิ้งที่ใช้เป็นอุณหภูมิที่ต่ำที่สุด ส่วนในสภาวะที่ 3, 4, 5 และ 6 นั้น แผ่นแป้งที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นบาง มีความแห้ง หลุดร่อนออกจากผิวหน้าลูกกลิ้งได้ดี และมีบางส่วนเป็นแผ่นเล็กๆ สามารถนำไปบดเป็นผงหรือลดขนาดได้ตามต้องการ [69], [70]

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ คือ อุณหภูมิของลูกกลิ้ง ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง และความเข้มข้นของแป้ง [28]

4.2.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่า Water Activity (a_w) และค่าความชื้นของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ

สภาวะที่	อุณหภูมิของลูกกลิ้ง (องศาเซลเซียส)	ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง (รอบ/นาที)	ค่า Water Activity (ร้อยละ)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)
1	120	1	0.57 ± 0.00	9.84 ± 0.11
2	120	2	0.60 ± 0.01	10.59 ± 0.14
3	130	1	0.49 ± 0.00	8.62 ± 0.12
4	130	2	0.48 ± 0.00	8.87 ± 0.03
5	140	1	0.32 ± 0.00	6.34 ± 0.04
6	140	2	0.43 ± 0.00	7.81 ± 0.11

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.7 การศึกษาค่า Water Activity (a_w) และค่าความชื้นของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ พบว่า ค่า a_w มีแนวโน้มลดลง เมื่ออุณหภูมิของลูกกลิ้งเพิ่มสูงขึ้น และความเร็วรอบของลูกกลิ้งมีค่าลดลง มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.32 – 0.60 ซึ่งค่าดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารของผลิตภัณฑ์กลุ่มอาหารแห้งที่กำหนดไว้ต่ำกว่า 0.6 เพราะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยชี้ระดับ a_w ที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญอาหาร [68] และจากการศึกษาค่าความชื้นของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ พบว่า ค่าความชื้นมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิของลูกกลิ้งเพิ่มสูงขึ้นและความเร็วรอบของลูกกลิ้งมีค่าลดลง ซึ่งค่าความชื้นมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แป้ง มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 13 [23], [42]

4.2.2.2 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ด้วยเครื่อง RVA

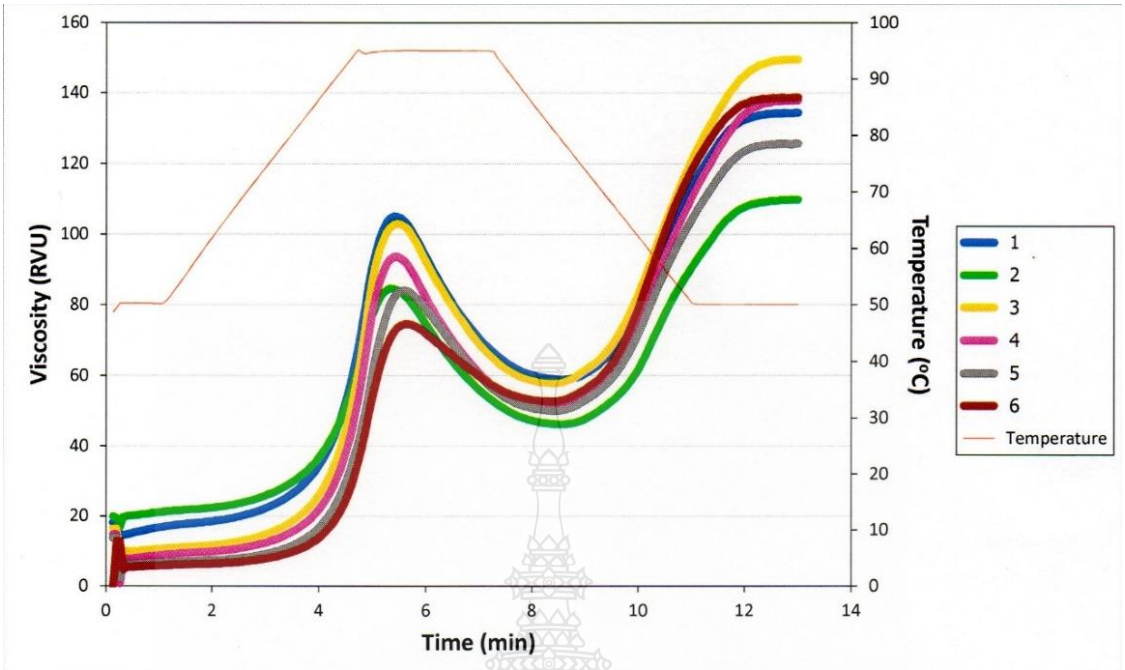
จากการวิเคราะห์ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ด้วยเครื่อง RVA ทั้ง 6 สภาวะ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.8 ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA

แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์	Pasting Temperature (องศาเซลเซียส)	Peak Time (นาที)	Peak Viscosity (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown (RVU)	Final Viscosity (RVU)	Setback (RVU)
สภาวะที่ 1	85.33^{d} ± 0.35	5.39^{b} ± 0.00	105.00^{a} ± 1.00	59.00^{a} ± 1.00	46.00^{a} ± 1.00	135.00^{c} ± 1.00	75.00^{d} ± 1.00
สภาวะที่ 2	85.92^{cd} ± 0.02	5.34^{c} ± 0.04	84.00^{d} ± 1.00	45.33^{d} ± 0.58	38.00^{c} ± 0.58	110.00^{e} ± 1.00	64.33^{e} ± 0.58
สภาวะที่ 3	85.57^{d} ± 0.02	5.45^{b} ± 0.04	103.00^{b} ± 1.00	58.00^{a} ± 1.00	45.33^{a} ± 1.00	149.00^{a} ± 1.00	92.33^{a} ± 0.58
สภาวะที่ 4	86.41^{c} ± 0.04	5.41^{b} ± 0.02	94.00^{c} ± 1.00	50.00^{c} ± 1.00	43.00^{b} ± 1.00	138.00^{b} ± 1.00	87.00^{b} ± 1.00
สภาวะที่ 5	87.65^{b} ± 0.97	5.58^{a} ± 0.01	84.00^{d} ± 1.00	50.00^{c} ± 1.00	34.00^{d} ± 1.00	126.00^{d} ± 1.00	76.00^{d} ± 1.00
สภาวะที่ 6	89.63^{a} ± 0.04	5.60^{a} ± 0.02	75.00^{e} ± 1.00	53.00^{b} ± 1.00	22.00^{e} ± 1.00	139.00^{b} ± 1.00	85.00^{c} ± 1.00

หมายเหตุ : a-e ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 4.1 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ด้วยเครื่อง RVA ทั้ง 6 สภาวะ

จากตารางที่ 4.8 ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA และรูปที่ 4.1 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ด้วยเครื่อง RVA พบว่า

อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด หรืออุณหภูมิต่ำสุดที่ต้องใช้ในการทำให้แป้งสุก (Pasting Temperature) [71] ของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่สภาวะต่างกัน มีอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด พบว่า มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการพรีเจลาติไนซ์สูงขึ้น โดยแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะที่ 1 (120 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) มีค่าเท่ากับ 85.33 RVU และเมื่อเป็นสภาวะที่ 6 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที) มีค่าเท่ากับ 89.63 RVU เนื่องจากอุณหภูมิส่งผลให้พันธะไฮโดรเจนที่จับกันภายในเม็ดแป้งแข็งแรงมากขึ้น [72] ทำให้ต้องใช้พลังงานในการให้ความร้อนที่สูงกว่า แต่ความหนืดต่ำกว่าแป้งข้าวที่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิต่ำ [73], [74] ส่งผลให้สเปรดให้เป็นเนื้อเดียวกันง่ายขึ้นและใช้กำลังน้อยในการกวนผสม

ความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) เป็นค่าความหนืด ณ จุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ บอกถึงความสามารถของแป้งในการจับตัวกับน้ำและแรงที่ต้องใช้ในการกวนหรือผสมในอาหารซึ่งสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย [75] เมื่อพิจารณาจากค่าความหนืดสูงสุดของแป้งข้าวสังข์หยด

พรีเจลาติไนซ์ที่สภาวะต่างกัน มีค่าความหนืดสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่า แนวโน้มแป้งข้าวสังข์หยดที่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ในอุณหภูมิสูงจะมีค่าความหนืดสูงสุดลดต่ำลง เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของพันธะเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เม็ดสตาร์ชมีความแข็งแรงจนส่งผลขัดขวางหรือยับยั้งการพองตัวของเม็ดสตาร์ช จึงทำให้ความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ลดลง [76] ในการใช้แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สเปรดนั้นควรใช้แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะที่ 5 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) ที่ความหนืดสูงสุดมีค่าต่ำ เพราะใช้กำลังน้อยในการกวนผสมและทำให้สเปรดให้เป็นเนื้อเดียวกันง่ายขึ้น

ความหนืดต่ำสุด (Trough) เป็นความหนืดที่เกิดขึ้นหลังจากการให้ความร้อนและแรงกวนที่ใช้ผสม ส่งผลให้เม็ดสตาร์ชพองตัวเต็มที่จากกระบวนการเจลาติไนซ์ และเกิดการแตกออก ทำให้ความหนืดของเพสท์ค่อยๆลดลงจนมีความหนืดต่ำสุด [75], [77] เมื่อพิจารณาความหนืดต่ำสุดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่สภาวะต่างกัน มีค่าความหนืดต่ำสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่า แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะที่ 2 (120 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที) มีความหนืดต่ำสุดที่มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 45.33 RVU รองลงมาคือสภาวะที่ 4 (130 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที) และสภาวะที่ 5 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) เท่ากับ 50.00 RVU ทั้งสองสภาวะ จากผลแสดงให้เห็นว่าในการผลิตสเปรดนั้นควรใช้แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่ความหนืดต่ำสุดมีค่าน้อย เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์สเปรดที่ได้นั้น มีการป้ายทาหรือการสเปรดบนขนมปังที่ง่าย

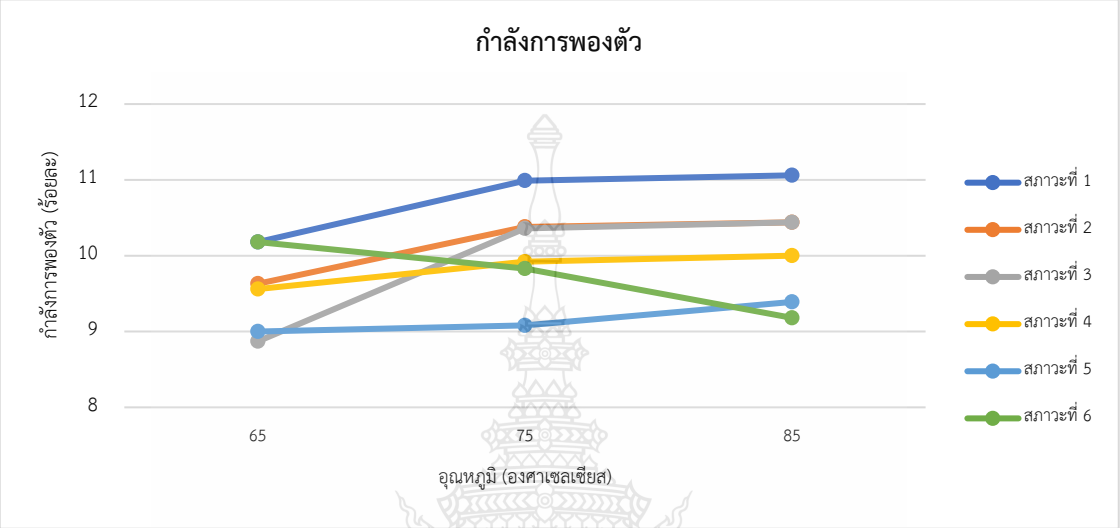
ความหนืดลดลง (Breakdown) เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถในการคงทนต่ออุณหภูมิและแรงกวนหรือแรงเฉือนของเม็ดสตาร์ชที่พองตัวแล้ว [75], [77] เมื่อพิจารณาความหนืดลดลงของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่สภาวะต่างกัน มีค่าความหนืดลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่า แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะที่ 6 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที) มีความหนืดลดลงที่มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 22.00 RVU รองลงมาคือสภาวะที่ 5 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) เท่ากับ 34.00 RVU จากผลแสดงให้เห็นว่าแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิสูง จะทำให้ความหนืดลดลงมีค่าต่ำลง เนื่องจากแป้งข้าวสังข์หยดที่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิสูงมีความคงตัวต่อความร้อนและการกวนผสมสูงกว่าแป้งข้าวสังข์หยดที่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิต่ำ [73], [78] ซึ่งการที่ความหนืดลดลงมีค่าต่ำนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดยังมีความคงตัวดีเมื่อต้องพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อน

ความหนืดสุดท้าย (Final Viscosity) และการคืนตัว (Setback) เป็นค่าที่ใช้ในการอธิบายลักษณะความหนืดหรือเจลที่เกิดขึ้นหลังจากการให้ความร้อนและทำให้เย็นนี้เกิดขึ้น เนื่องจากเมื่อทำการลดอุณหภูมิลงทำให้โมเลกุลของแป้งเกิดการจัดเรียงตัวอีกครั้ง หรือที่เรียกว่าการเกิด

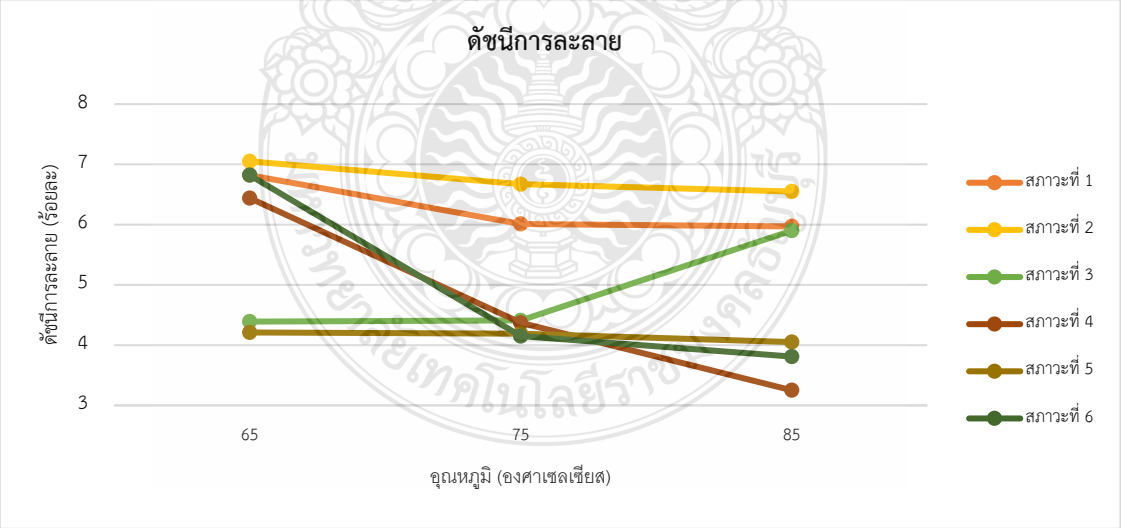
รีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) ส่งผลให้แป้งพรีเจลาติไนซ์มีความหนืดมาก ทำให้ความหนืดสุดท้ายสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของอาหาร [75] เมื่อพิจารณาความหนืดสุดท้ายและค่าการกลับคืนของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่สภาวะต่างกัน มีค่าความหนืดสุดท้ายและการคืนตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่า แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะที่ 2 (120 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที) มีความหนืดสุดท้ายที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 110.00 RVU รองลงมาคือ สภาวะที่ 5 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) เท่ากับ 126.00 RVU และพบว่า แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะที่ 2 (120 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที) มีการคืนตัวที่มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 64.33 RVU รองลงมาคือ สภาวะที่ 1 (120 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) เท่ากับ 75.00 และสภาวะที่ 5 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) เท่ากับ 76.00 RVU เนื่องจากเมื่อทำการลดอุณหภูมิลงโมเลกุลของแป้งเกิดการจัดเรียงตัวอีกครั้ง ทำให้ความหนืดสุดท้ายและการคืนตัวที่ค่าต่ำมีการเกิดเจลที่ต่ำลงหรือความแข็งแรงของเจลที่ลดลง ซึ่งแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่มีค่าการคืนตัวต่ำจะทำให้เนื้อสัมผัสของแป้งมีความนิ่ม [79] จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดมีการปาดหรือการสเปรดบนขนมปังได้ง่ายกว่าแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่มีค่าความหนืดสุดท้ายและค่าการคืนตัวสูง [80]

4.2.2.3 กำลังการพองตัวและดัชนีการละลายของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

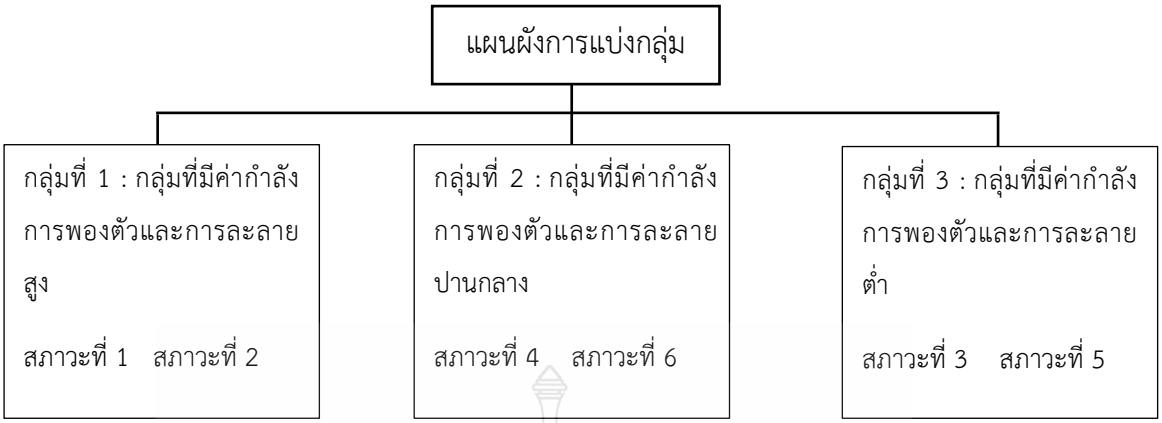
จากการวิเคราะห์กำลังการพองตัวและดัชนีการละลายของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.2-4.4



รูปที่ 4.2 กำลังการพองตัวของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ



รูปที่ 4.3 ดัชนีการละลายของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ



รูปที่ 4.4 แผนผังการจัดกลุ่มกำลังการพองตัวและดัชนีการละลายของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ทั้ง 6 สภาวะ

จากรูปที่ 4.2-4.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มตามความสามารถเพื่อคัดเลือกแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยใช้วิธี Cluster Analysis แบบ K-Means Cluster (KMO) ซึ่งมีเป้าหมายในกลุ่มเดียวกัน มีความคล้ายกันในปัจจัยหรือตัวแปร 2 ตัว คือ กำลังการพองตัวและดัชนีการละลาย ที่อุณหภูมิ 65 75 และ 85 องศาเซลเซียส พบว่า แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะที่ 3 และ สภาวะที่ 5 ไม่มีความแตกต่างกัน จากผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ทั้ง 6 สภาวะ ด้วยเครื่อง RVA ทำให้แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ในสภาวะที่ 5 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ เนื่องจากความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ที่มีค่าต่ำจะมีการคงตัว (Breakdown) ของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่สูง ซึ่งการที่ความหนืดลดลงมีค่าต่ำนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดยังมีความคงตัวดีเมื่อต้องพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อน และค่าความหนืดสุดท้าย (Final Viscosity) กับค่าการคืนตัว (Setback) ที่มีค่าต่ำจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดมีการสเปรดหรือการป้ายทาที่ง่ายกว่าแป้งพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะอื่นอีกด้วย

4.3 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยปัจจัยที่ทำการศึกษามี 3 ปัจจัย คือ ปริมาณแป้งร้อยละ 30 และ 40 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 20, 25 และ 30 และปริมาณเนยสดร้อยละ 10 และ 20 โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD (Completely Randomized Design) จะได้ผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นทั้งหมด 12 สูตร โดยเปรียบเทียบกับ

สเปรดในท้องตลาดยี่ห้อ SKIPPY (Control) จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม

4.3.1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นทั้งหมด 12 สูตร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 ค่าการป้ายทาของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นเมื่อเปรียบเทียบกับสเปรดในท้องตลาด

สูตรที่	ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ (ร้อยละของปริมาตรน้ำ)	ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละของปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์	ปริมาณเนยสดร้อยละของปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์	ความสามารถในการป้ายทา (กรัม/วินาที)
Control				$184.95^{e} \pm 14.32$
1	30	20	10	$180.80^{e} \pm 04.62$
2	30	25	20	$156.87^{f} \pm 09.58$
3	30	30	10	$184.42^{e} \pm 10.56$
4	30	20	20	$157.20^{f} \pm 11.10$
5	30	25	10	$171.44^{ef} \pm 11.35$
6	30	30	20	$192.34^{e} \pm 12.07$
7	40	20	10	$236.98^{cd} \pm 04.65$
8	40	25	20	$297.25^{a} \pm 18.52$
9	40	30	10	$228.01^{d} \pm 19.68$
10	40	20	20	$275.37^{b} \pm 09.50$
11	40	25	10	$254.53^{bc} \pm 00.40$
12	40	30	20	$254.85^{bc} \pm 14.33$

หมายเหตุ : a,b,c... ที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.9 ค่าการป้ายทาของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นเมื่อเปรียบเทียบกับสเปรดในท้องตลาดด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT Plus โดยใช้หัววัดแบบกรวย ขนาดมุม 60 องศา จากนั้นนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับสเปรดในท้องตลาด (Control) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นที่ค่าการป้ายทาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับสเปรดในท้องตลาด (Control) คือ สูตร 1, 3, 5 และ 6 มีค่าเท่ากับ 180.80, 184.42, 171.44 และ 192.34 กรัม/วินาที ตามลำดับ ซึ่งสเปรดในท้องตลาดมีค่าการป้ายทา เท่ากับ 180.95 กรัม/วินาที เนื่องจากเนื้อสัมผัสของสเปรดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดสำหรับการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยค่าความแน่น (Firmness) ของตัวอย่างที่วัดได้จากเครื่อง Texture Analyzer เป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการป้ายทา (Work of Shear) ของผลิตภัณฑ์จะแสดงผลในค่าของความแน่นหรือแรงสูงสุดในการเจาะของตัวอย่าง ถ้าหากตัวอย่างมีน้ำหรือไขมันผสมอยู่น้อยจะทำให้ค่าของความแน่นหรือแรงสูงสุดในการเจาะสูงขึ้น ทำให้มีความสามารถในการป้ายทายาก จึงบ่งบอกถึงค่าในการป้ายทาที่สูง [81] ค่าการป้ายทาจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ และปริมาณพริกแกงมัสมั่น [49] โดยทั่วไปแป้งพรีเจลาติไนซ์ มีคุณสมบัติกระจายตัวได้ในน้ำเย็น ดูดซับน้ำได้ดีกว่าแป้งที่ไม่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ และมีปริมาตรเพิ่มขึ้น [82] แต่การใช้แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สเปรดนั้นควรใช้แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์กลุ่มที่มีค่ากำลังการพองตัวและการละลายต่ำ เนื่องจากความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ที่มีค่าต่ำจะมีการคงตัว (Breakdown) ของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่สูง ซึ่งการที่ความหนืดลดลงมีค่าต่ำนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดยังมีความคงตัวดีเมื่อต้องพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อน และค่าความหนืดสุดท้าย (Final Viscosity) กับค่าการคืนตัว (Setback) ที่มีค่าต่ำจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดมีการสเปรด หรือการป้ายทาที่ง่ายกว่าแป้งพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะอื่นอีกด้วย ส่วนปริมาณพริกแกงมัสมั่นส่งผลให้ค่าการป้ายทาเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน เนื่องจากในพริกแกงมีเครื่องปรุงต่างๆ โดยมีพริกและพืชสมุนไพรเป็นส่วนประกอบสำคัญ นำมาบดผสมกัน จึงทำให้มีลักษณะเปียกข้น [83] อีกทั้งในพริกและพืชสมุนไพรประกอบด้วยเส้นใยอาหาร ซึ่งเส้นใยอาหารก็จะช่วยเพิ่มเนื้อให้ผลิตภัณฑ์สเปรด [84] ทำให้ค่าการป้ายทาเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ส่วนเนยสดเป็นสารอาหารประเภทไขมัน ซึ่งจะช่วยให้อาหารมีรส กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น [85] อีกทั้งยังช่วยให้การป้ายทาบนขนมปังง่ายขึ้นอีกด้วย หลังจากนั้นมาการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.10 ค่า a_w และค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

สูตรที่	Water Activity (a_w)	ค่าสี		
		L*	a*	b*
1	0.85 ± 0.01	39.49^{bc} ± 1.55	22.36^{e} ± 0.81	33.99^{f} ± 0.71
2	0.89 ± 0.01	39.83^{bc} ± 0.03	23.82^{c} ± 0.13	38.19^{c} ± 0.28
3	0.90 ± 0.00	38.42^{de} ± 0.59	24.43^{b} ± 0.22	38.32^{c} ± 0.50
4	0.91 ± 0.01	41.46^{a} ± 0.41	22.65^{de} ± 0.14	35.49^{d} ± 0.41
5	0.93 ± 0.01	40.15^{b} ± 0.28	22.93^{d} ± 0.40	34.69^{de} ± 0.81
6	0.94 ± 0.00	40.20^{b} ± 0.22	23.12^{d} ± 0.18	34.41^{e} ± 0.59
7	0.91 ± 0.00	40.30^{b} ± 0.04	23.14^{d} ± 0.13	38.40^{bc} ± 0.25
8	0.92 ± 0.00	39.65^{bc} ± 0.03	24.09^{bc} ± 0.10	39.16^{b} ± 0.07
9	0.91 ± 0.00	37.91^{e} ± 0.01	23.70^{c} ± 0.04	37.60^{c} ± 0.06
10	0.92 ± 0.00	40.20^{b} ± 0.33	23.68^{c} ± 0.38	37.98^{c} ± 0.61
11	0.92 ± 0.00	38.48^{de} ± 0.22	23.11^{d} ± 0.20	34.97^{de} ± 0.24
12	0.93 ± 0.00	39.15^{cd} ± 0.05	25.26^{a} ± 0.08	40.15^{a} ± 0.12

หมายเหตุ : a,b,c... ที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.10 ค่า Water Activity (a_w) และค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น พบว่า ค่า a_w มีค่าอยู่ระหว่าง 0.85–0.94 จัดอยู่ในประเภทอาหารสด เป็นอาหารที่เกิดการเน่าเสียได้ง่าย [86] ซึ่งค่า a_w เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากค่า a_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ a_w ที่จำกัด [87] ส่วนค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นทั้ง 12 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่า L* (ความสว่าง) มีค่าอยู่ระหว่าง 37.91–41.46 โดยสูตรที่มีแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ในปริมาณมากมีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่างเพิ่มสูงขึ้น ส่วนค่า a* มีค่าอยู่ระหว่าง 22.36 – 25.26 มีค่าเป็น + ทำให้ค่าสีเป็นไปในทิศทางสีแดง และค่า b* มีค่าอยู่ระหว่าง 33.99–40.15 มีค่าเป็น + ทำให้ค่าสีเป็นไปในทิศทางสีเหลือง ซึ่งพริกแกงมัสมั่นมีสีแดงส้ม เมื่อปริมาณพริกแกงมัสมั่นและปริมาณเนย

เพิ่มขึ้นทำให้แนวโน้มของค่าสีเป็นไปในทิศทางสีแดง-เหลือง เนื่องจากผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดประกอบด้วยแอนโธไซยานิน เป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง [88] และพริกแกงมัสมั่นประกอบด้วยพริก ซึ่งเป็นรงควัตถุให้สีเช่นกัน จัดอยู่ในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ที่มีสีเหลือง ส้ม แดง และในผลิตภัณฑ์สเปรดมีส่วนผสมของเนยสด ซึ่งในเนยสดมีวิตามินเอที่อยู่ในรูปของเบต้าแคโรทีนอีกด้วย [89]

4.3.2 การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

นำผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นทั้ง 4 สูตร คือ สูตร 1, 3, 5 และ 6 มาทำการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค จำนวน 50 คน โดยทดสอบความชอบแบบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นพริกแกงมัสมั่น กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น รสเผ็ด รสหวาน ความง่ายในการสเปรด และความชอบโดยรวม และคัดเลือกสูตรสเปรดที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากคะแนนสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ 1	สูตรที่ 3	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
ลักษณะปรากฏ	$7.88^{a} \pm 0.98$	$7.42^{b} \pm 0.97$	$7.12^{b} \pm 1.12$	$7.42^{b} \pm 1.03$
กลิ่นพริกแกงมัสมั่น	$7.84^{a} \pm 0.98$	$6.88^{b} \pm 1.30$	$6.90^{b} \pm 0.95$	$7.26^{b} \pm 1.17$
กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น	$7.72^{a} \pm 1.03$	$6.74^{b} \pm 0.92$	$6.84^{b} \pm 0.98$	$7.24^{b} \pm 1.13$
รสเผ็ด	$7.84^{a} \pm 1.02$	$6.84^{c} \pm 0.77$	$6.82^{c} \pm 0.90$	$7.34^{b} \pm 1.15$
รสหวาน	$7.74^{a} \pm 1.03$	$6.84^{bc} \pm 0.77$	$6.62^{c} \pm 0.85$	$7.04^{b} \pm 1.24$
ความง่ายในการสเปรด	$8.10^{a} \pm 0.89$	$6.82^{b} \pm 0.82$	$6.54^{b} \pm 0.86$	$7.46^{b} \pm 0.86$
ความชอบโดยรวม	$7.98^{a} \pm 0.87$	$6.84^{c} \pm 0.76$	$6.64^{c} \pm 0.85$	$7.50^{b} \pm 0.93$

หมายเหตุ: สูตรที่ 1 ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 30 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 20 และปริมาณเนยสดร้อยละ 10

สูตรที่ 3 ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 30 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 30 และปริมาณเนยสดร้อยละ 10

สูตรที่ 5 ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 30 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 25 และปริมาณเนยสดร้อยละ 10

สูตรที่ 6 ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 30 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 30 และปริมาณเนยสดร้อยละ 20

a,b,c... ที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึงค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.11 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น พบว่าค่าเฉลี่ยลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นพริกแกงมัสมั่น กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น รสเผ็ด รสหวาน ความง่ายในการสเปรด และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นในสูตรที่ 1 มากที่สุดในทุกปัจจัย ซึ่งสูตรดังกล่าวเป็นสูตรที่มีปริมาณพริกแกงมัสมั่นที่น้อยกว่าสูตรอื่นๆ ดังนั้นจึงมีกลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น และรสเผ็ดน้อย ซึ่งจากการสำรวจพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของประชากร พ.ศ. 2560 พบว่า รสชาติอาหารมื้อหลักที่รับประทานเป็นประจำ คือรสจืด รองลงมาคือรสเผ็ด [90] การบริโภคอาหารเช้านั้นไม่ควรจะรสจัดเกินไป เพราะในตอนเช้ายังไม่มีน้ำย่อยเยอะ และกระเพาะอาหารยังไม่ขยับเต็มที่ หากเราทานอาหารที่มีความมัน หรือเผ็ดเกินไป มันจะทำให้เกิดข้อเสียต่อร่างกาย [91] อีกทั้งปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ปริมาณพริกแกงมัสมั่น และปริมาณเนยสดมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์สเปรดทำให้มีความความเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน และยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมออีกด้วย จึงเลือกสูตรที่ 1 มาทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ดังแสดงในหัวข้อต่อไป

4.4 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

จากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยนำผลิตภัณฑ์สเปรดสูตรที่ 1 (ปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ร้อยละ 30 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 20) และปริมาณเนยสดร้อยละ 10 มาทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภค มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่า Water Activity (a_w), ค่าสี L* a* และ b* การทดสอบสมบติทางเคมี และจุลินทรีย์ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

สมบัติ	ปริมาณ	หน่วย
ทางกายภาพ		
ค่า Water Activity (a_w)	0.81	
ค่าสี L*	43.38	
a*	+22.55	
b*	+36.96	
ทางเคมี		
ความชื้น (ร้อยละ)	70.19	
พลังงานทั้งหมด	146.60	กิโลแคลอรี่
พลังงานจากไขมัน	66.60	กิโลแคลอรี่
ไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	7.40	กรัม
ไขมันอิ่มตัว (ร้อยละ)	4.95	กรัม
คอเลสเตอรอล (ร้อยละ)	17.14	มิลลิกรัม
โปรตีน (ร้อยละ)	2.08	กรัม
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	17.92	กรัม
ใยอาหาร (ร้อยละ)	3.91	กรัม
น้ำตาล (ร้อยละ)	2.53	กรัม
โซเดียม (ร้อยละ)	846.70	มิลลิกรัม
วิตามินเอ (ร้อยละ)	420.23	ไมโครกรัม
วิตามินบี 1 (ร้อยละ)	0.05	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2 (ร้อยละ)	0.03	มิลลิกรัม
แคลเซียม (ร้อยละ)	43.94	มิลลิกรัม
เหล็ก (ร้อยละ)	0.82	มิลลิกรัม
เถ้า	2.41	กรัม
ความเป็นกรด–ด่าง (pH)	5.18	
ค่าความหืนโดยการหา Thiobarbituric Acid Number	0.20	กิโลกรัม
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH	45.18	mg/eq (Trolox)

ตารางที่ 4.12 สมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น (ต่อ)

สมบัติ	ปริมาณ	หน่วย
จุลินทรีย์		
จุลินทรีย์ทั้งหมด	$2.7x10^2$	cfu/g
ยีสต์และรา	<10	cfu/g

จากตารางที่ 4.12 สมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นพบว่า คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นที่แตกต่างจากท้องตลาด คือ มีใยอาหาร ซึ่งใยอาหารช่วยป้องกันท้องผูกและโรคผนังลำไส้อักเสบ สามารถลดอัตราเสี่ยงต่อโรคมะเร็งลำไส้ได้ เนื่องจากใยอารช่วยดูดซับสารก่อมะเร็งที่ปนมากับอาหารและขับถ่ายออกมาพร้อมกับอุจจาระ ลดการดูดซึมไขมันและคอเลสเตอรอลซึ่งจะช่วยลดอัตราเสี่ยงโรคหัวใจ และยังช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน เนื่องจากเส้นใยอาหารทำให้คาร์โบไฮเดรตถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ช้าลง จึงสามารถรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้คงที่ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ป่วยเบาหวาน อีกทั้งใยอาหารยังทำให้เรารู้สึกอิ่มนาน จึงช่วยควบคุมความอยากอาหารและช่วยในการควบคุมน้ำหนักตัวได้ [92], [93] มีไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัวน้อยกว่า เนื่องจากในผลิตภัณฑ์สเปรดมีแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์เป็นส่วนประกอบหลักและไม่มีน้ำตาล เนื่องจากใช้สารให้ความหวานพาลาทีนแทนน้ำตาล มีคุณสมบัติสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เหมาะสำหรับคนที่เป็นเบาหวาน เพราะเป็นน้ำตาลที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (GI=38) จึงทำให้ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ช้า [94] มีวิตามินเอ เป็นวิตามินที่ร่างกายต้องการเพื่อผลิตโรด็อปซิน ซึ่งเป็นสารสีที่ช่วยให้เรามองเห็นในความมืด ทั้งยังจำเป็นในการทำให้เนื้อเยื่อร่างกายเจริญอย่างเหมาะสม ช่วยให้สุขภาพผิวดีและยังช่วยในเรื่องของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย [95] วิตามินบี 1 จำเป็นต่อการเผาผลาญเพื่อให้ได้พลังงาน และส่งกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อ อีกทั้งยังมีบทบาทในการสร้างเม็ดเลือดแดงและกระบวนการย่อยอาหาร วิตามินบี 2 ช่วยเสริมสร้างการเติบโตของร่างกาย ระบบสืบพันธ์ การสร้างเส้นผม ผิวหนัง เล็บ และการมองเห็น อีกทั้งมีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย [96] แคลเซียม เป็นแร่ธาตุที่มีในร่างกายมากที่สุด แคลเซียมในร่างกายทั้งหมดอยู่ที่กระดูกและฟัน [97] ช่วยในการรักษากรดูก ฟัน และส่วนประสาทต่างๆ ของร่างกาย ช่วยลดการเป็นตะคริวที่ขา ป้องกันโรคไขข้อกระดูก และช่วยควบคุมความดันโลหิตไม่ให้สูง เหล็ก สารธาตุเหล็กจำเป็นต่อร่างกาย โดยเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย ทำให้เลือดสะอาด มีสีแดงและช่วยนำออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย [98] และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดนท์หรือต้านฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ (Free Radicals) ที่มีอยู่ในธรรมชาติในรูปของวิตามินและแร่ธาตุ [99] พืชที่มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมักจะมี

สารประกอบหลักคือ สารฟินอลิก ฟลาวานอยด์ และแอนโธไซยานิน ซึ่งพบทั่วไปในใบ ลำต้น และเปลือกของธัญพืช [100], [101] สารต้านอนุมูลอิสระจัดเป็นสารที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดกระบวนการออกซิเดชันซึ่งทำให้เกิดอนุมูลอิสระโดยจะช่วยยับยั้งอนุมูลอิสระไม่ให้มีผลทำลายเซลล์ [102] และยังช่วยชะลอความเสื่อมของร่างกาย ทำให้เราแก่ช้าลง นอกจากนี้ยังมีความสำคัญในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ มะเร็ง อัลไซเมอร์ [103] ซึ่งผลิตภัณฑ์สเปรดในท้องตลาดมีไขมันทั้งหมดร้อยละ 11 ไขมันอิ่มตัวร้อยละ 8 วิตามินเอ บี1 บี2 แคลเซียม และเหล็กเป็นร้อยละ 0 อีกทั้งผลิตภัณฑ์สเปรดในท้องตลาดโดยส่วนใหญ่จะมีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก และมีรสชาติไปในทางยุโรป ส่วนผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความเป็นเอกลักษณ์และเป็นรสชาติของไทย โดยเฉพาะแกงมัสมั่นที่รับได้รับการจัดให้อยู่ในอันดับ 1 จาก 50 อาหารที่ดีที่สุดในโลก (The world’s 50 best foods) ประจำปี 2020 [104], [105] อีกด้วย

ด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.7x102 cfu/g ยีสต์และรา <10 cfu/g ซึ่งไม่เกินข้อกำหนดตามมาตรฐานน้ำพริกเผา (มผช.4/2556) [106]

4.4.2 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค คือ ผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 100 คน ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน รายงานผลการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	29	29.00
หญิง	71	71.00
รวม	100	100.00

ตารางที่ 4.13 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
2. อายุ		
ตั้งแต่ 15–24 ปี	29	29.00
25–34 ปี	27	27.00
35–44 ปี	22	22.00
45 ปีขึ้นไป	22	22.00
รวม	100	100.00
3.ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย	7	7.00
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	14	14.00
อนุปริญญา / ปวส.	19	19.00
ปริญญาตรี	54	54.00
ปริญญาโท	6	6.00
ปริญญาเอก	0	0.00
รวม	100	100.00
4. อาชีพ		
นักเรียน / นักศึกษา	28	28.00
ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	6	6.00
พนักงานบริษัทเอกชน	23	23.00
เจ้าของกิจการ / ค้าขาย	21	21.00
อาชีพอิสระ / แม่บ้าน	19	19.00
อื่นๆ (รับเหมาก่อสร้าง ฯลฯ)	3	3.00
รวม	100	100.00

ตารางที่ 4.13 ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค (ต่อ)

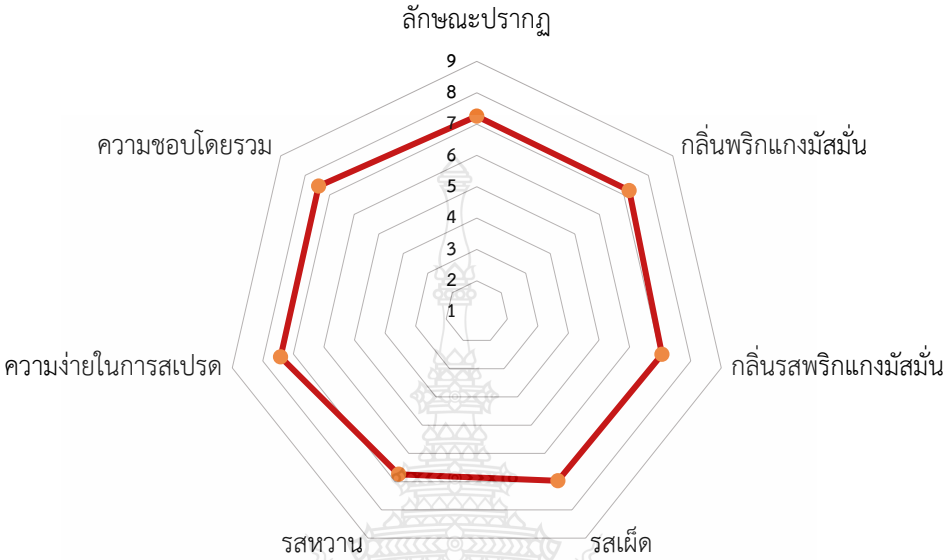
ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท	34	34.00
15,001-20,000 บาท	38	38.00
20,001-25,000 บาท	16	16.00
25,001-30,000 บาท	6	6.00
มากกว่า 30,001 ขึ้นไป	6	6.00
รวม	100	100.00

ที่มา : ผลจากการทำแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่า ในส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 71.00 มีอายุระหว่าง 15-24 ปี จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 29.00 มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 54.00 อาชีพนักเรียน/นักศึกษา จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 28.00 และมีรายได้โดยเฉลี่ยส่วนใหญ่ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 15,000-20,000 บาท จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 38.00

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น รายงานผลดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การศึกษาความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

จากรูปที่ 4.5 การศึกษาความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นพริกแกงมัสมั่น กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น รสเผ็ด รสหวาน ความง่ายในการสเปรด และความชอบโดยรวม โดยใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด เท่ากับ 7.45 ± 1.67 และการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ดังแสดงผลในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน

ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค	ความถี่	ร้อยละ
1. หากวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ในปริมาณ 100 กรัม ราคา 99 บาท ท่านมีความสนใจจะซื้อหรือไม่		
ซื้อ	53	53.00
ไม่แน่ใจ	36	36.00
ไม่ซื้อ	11	11.00
รวม	100	100.00
2. เมื่อทราบประโยชน์ของข้าวสังข์หยดแล้ว ท่านคิดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นหรือไม่		
ซื้อ	67	67.00
ไม่แน่ใจ	27	27.00
ไม่ซื้อ	6	6.00
รวม	100	100.00

ที่มา: ผลจากการทำแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

จากตารางที่ 4.14 ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ถ้าหากมีผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นวางจำหน่ายในปริมาณ 100 กรัม ราคา 99 บาท ผู้บริโภคมีความสนใจจะซื้อ จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 53.00 และเมื่อผู้บริโภคทราบถึงคุณประโยชน์ของข้าวสังข์หยดแล้วจึงเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 67.00 และจากข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ระดับการศึกษา อาชีพ และด้านรายได้ พบว่า การศึกษาระดับปริญญาตรี มีการตัดสินใจซื้อมากกว่าการศึกษาระดับปริญญาโท อาชีพนักเรียนนักศึกษามีการตัดสินใจซื้อมากกว่าอาชีพอื่นๆ และรายได้เฉลี่ย 15,001-20,000 บาทต่อเดือน มีการตัดสินใจซื้อมากกว่ารายได้เฉลี่ย 25,001-30,001 บาทต่อเดือนขึ้นไป

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น และเพื่อทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

การศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด โดยการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 150 คน ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล พบว่า เหตุผลที่ผู้บริโภคใช้ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สเปรด คือ รสชาติดี รองลงมาเป็นคุณค่าทางโภชนาการ ปัญหาที่ผู้บริโภคพบเมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรด คือ มีรสชาติให้เลือกน้อย รสชาติที่ผู้บริโภคคิดว่าควรเป็นรสชาติเด่นในผลิตภัณฑ์สเปรด คือ รสหวาน หากมีผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติไทย ผู้บริโภคอยากให้มีรสแกงมัสมั่นและต้องการให้ผลิตภัณฑ์สเปรดบรรจุในขวดแก้ว เนื่องจากบรรจุในขวดแก้วใสจะทำให้ผู้บริโภคสามารถมองเห็นตัวผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน

5.1.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

จาการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ พบว่า แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ในสภาวะที่ 5 (140 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 1 รอบต่อนาที) เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น เนื่องจากความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ที่มีค่าต่ำจะมีการคงตัว (Breakdown) ของแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่สูง ซึ่งการที่ความหนืดลดลงมีค่าต่ำนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดยังมีความคงตัวดีเมื่อต้องพาสเจอร์ไรซ์ด้วยความร้อน และค่าความหนืดสุดท้าย (Final Viscosity) กับค่าการคืนตัว (Setback) ที่มีค่าต่ำจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สเปรดมีการสเปรดหรือการป้ายทาที่ง่ายกว่าแป้งพรีเจลาติไนซ์ในสภาวะอื่นอีกด้วย

5.1.3 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

จากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยการวิเคราะห์สมบัติทางด้านกายภาพ และการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นในสูตรที่ 1 คือมีปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ร้อยละ 30 ปริมาณพริกแกงมัสมั่นร้อยละ 20 และสเปรดปริมาณเนยสดร้อยละ 10 มีค่าการป้ายทาที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับสเปรดในท้องตลาด (Control) และผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นพริกแกงมัสมั่น กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น รสเผ็ด รสหวาน ความง่ายในการสเปรด และความชอบโดยรวม

5.1.4 ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

จากการนำผลิตภัณฑ์สเปรดสูตรที่ 1 มาทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภค ด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น พบว่า มีค่า Water Activity (a_w) เท่ากับ 0.81 ซึ่งจัดอยู่ในประเภทอาหารกึ่งแห้ง ด้านเคมี มีความชื้นร้อยละ 70.19 พลังงานทั้งหมด 146.60 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 66.60 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 7.40 กรัม ไขมันอิ่มตัว 4.95 กรัม คอเลสเตอรอล 17.14 มิลลิกรัม โปรตีน 2.08 กรัม คาร์โบไฮเดรต 17.92 กรัม ใยอาหาร 3.91 กรัม น้ำตาล 2.53 กรัม โซเดียม 846.70 มิลลิกรัม วิตามินเอ 420.23 ไมโครกรัม วิตามินบี 1 0.05 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.03 มิลลิกรัม แคลเซียม 43.94 มิลลิกรัม เหล็ก 0.82 มิลลิกรัม เถ้า 2.41 กรัม ความเป็นกรด–ด่าง (pH) 5.18 ค่าความหืนโดยการหา Thiobarbituric Acid Number (TBA) 0.20 กิโลกรัม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH 45.18 mg/eq (Trolox) และด้านจุลินทรีย์ มีจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.7x102 cfu/g ยีสต์และรา <10 cfu/g ซึ่งไม่เกินข้อกำหนดตามมาตรฐานน้ำพริกเผา (มผช.4/2556)

เมื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น โดยใช้ผู้บริโภคทั่วไปในตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 100 คน ใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นพริกแกงมัสมั่น กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น รสเผ็ด รสหวาน ความง่ายในการสเปรด และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.45 ± 1.67 รองลงมาด้านความง่ายในการสเปรด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.42 ± 1.41 ด้านลักษณะปรากฏ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.25 ± 1.41 ด้านกลิ่นพริกแกงมัสมั่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.22 ± 1.43 ด้านกลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.06 ± 1.54 ด้านรสเผ็ด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.97 ± 1.42 และด้านรสหวาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.74 ± 1.67 หากมีผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นวางจำหน่าย ในปริมาณ 100 กรัม ราคา 99 บาท ผู้บริโภคมี

ความสนใจจะซื้อ ร้อยละ 53 และเมื่อผู้บริโภคทราบถึงคุณประโยชน์ของข้าวสังข์หยดแล้ว จึงเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ร้อยละ 67 เนื่องจากผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น มีข้อเสนอแนะในขั้นตอนการดำเนินงานและส่วนที่น่าจะปฏิบัติเพื่อให้ผลการทดลองที่ได้ครบถ้วนมากขึ้นดังนี้

5.2.1 ควรจำหน่ายผลิตภัณฑ์สเปรดคู่กับขนมปัง เพื่อที่ผู้บริโภคจะได้สะดวกในการเลือกซื้อไปรับประทาน

5.2.2 ควรมีการเพิ่มโปรตีน เช่น เนื้อปลา ไก่ เพื่อจะได้มีคุณค่าทางสารอาหารครบถ้วน

บรรณานุกรม

[1] อริสรา โพธิ์สนาม, “ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของเนยแข็งเทียมจากแป้งข้าวเจ้า, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.

[2] สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *มหัศจรรย์นวัตกรรมข้าวไทย*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร, 2554.

[3] อุไรวรรณ วัฒนกุล, ซูไหวนิ๊ะ สะอิ และวิภาวัลย์ เขาบาท, “ผลของอุณหภูมิในการคั่วข้าวตอกสังข์หยดพัทลุงต่อคุณค่าทางโภชนาการ, ” *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, ฉบับพิเศษ, นน. 338-343, พฤษภาคม 2558.

[4] ลัดดาวัลย์ กรรณนุช และคณะ, *ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง ข้าวไอจีพันธุ์แรกของประเทศไทย*, กรุงเทพมหานคร : กรมการข้าว สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2553.

[5] ปริศนา สุวรรณาภรณ์, *การดัดแปรสตาร์ชทางกายภาพและการประยุกต์ใช้ในอาหาร*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : พรทรัพย์การพิมพ์, 2561.

[6] นรินทร์ เจริญพันธ์, “การศึกษาสูตรและอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สเปรดจากโปรตีนมะพร้าว, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

[7] อรพิน ชัยประสพ, *เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์นม*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2547.

[8] อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล, นพรัตน์ มะเห และ พิทูรย์ จรูญรัตน์, “ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาต่อคุณสมบัติทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวกล้องงอกสังข์หยดพัทลุง, ” *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, ปีที่ 4 ฉบับที่ 3, นน. 50-58, 2554.

[9] แกงมัสมั่นไทย, *(ออนไลน์)*, 2561, สืบค้นจาก : https://workpointtoday.com/แกงมัสมั่น-คว้าอันดับ/, (4 พฤษภาคม 2561).

[10] นิธิยา รัตนาปนนท์, *วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2548.

[11] สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแซนวิชสเปรด (มอก. 1376/2539), กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2539.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[12] อมรรัตน์ ถนนแก้ว, อัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี และ สุริยา เทพหนู, รายงานหมู่บ้านผลิตข้าวสังข์หยดแบบครบวงจรสู่ความยั่งยืน, คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณวิทยา เขตพัทลุง, 2558

[13] ต้นข้าวสังข์หยด, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=93.htm, (7 พฤษภาคม 2561).

[14] ปานทิพย์ ผดุงศิลป์, พิพัฒกมล ชนะสิทธ์ และจักราวุธ ภู่เสม, “การพัฒนาแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว, ” คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2555.

[15] ขนาดของเมล็ดข้าวสังข์หยด, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : http://www.bankaset-foodfarm.com/product/447/เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกสังข์หยดพัทลุง, (11 พฤษภาคม 2561).

[16] ฐิติมา หนูเนียม และวิภาวรรณ วงศ์สุดารัตน์, “การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน, ” รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2557.

[17] ปานทิพย์ ผดุงศิลป์ , พิพัฒน์กมล ชนะสิทธิ์, และจักราวุธ ภู่เสม, การพัฒนาและแปรรูปแป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร,. 2555

[18] สัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : https://www.matichon.co.th/publicize/news_803618/attachment/gi, (11 พฤษภาคม 2561).

[19] J.M. Light, “Modified food starches: why, what, where, and how, ” *Cereal Foods Work Foods World*. Vol. 35 (11), pp. 1081-1092, 1990.

[20] ลัดดาวัลย์ ไกรพานนท์, “การดัดแปรสตาร์ชข้าวเจ้าโดยวิธีการให้ความร้อนชื้นร่วมกับวิธีการทางเคมี, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

[21] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, *เทคโนโลยีของแป้ง*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

[22] กระทรวงอุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. เอกสารมอก. ที่ 1073-2535. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2535.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[23] ทามอน, ฮาจิเม และคณะ, *เทคโนโลยีอบแห้งในอุตสาหกรรมอาหาร*. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2548.

[24] J.N. BeMiller, “Starch modification : challenges and prospects, ” *Starch-Starke*. Vol. 49, pp. 127-131, 1997.

[25] นิธิยา รัตนาปนนท์, *เคมีอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2549.

[26] อรอนงค์ นัยวิกุล, *ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556.

[27] ชนิดา หันสวาสดิ์, *เคมีของแป้งและแป้งดัดแปร*. พิมพ์ครั้งที่ 1. พิษณุโลก : คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิงแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551.

[28] Mahsa Majzoobi a,b, Zahra Kaveh and Asgar Farahnaky, “Effect of acetic acid on physical properties of pregelatinized wheat and corn starch gels, ” *Food Chemistry*, Vol. 196, April, pp. 720-725, 2016.

[29] กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, *เทคโนโลยีของแป้ง*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

[30] วนิดา เผอิญโชค, “การผลิตสตาร์ชมันสำปะหลังออกซิไดซ์ – พรีเจลาติไนซ์เพื่อเป็นสารเพิ่มการเกาะติดในแป้งชุบทอด, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[31] Chen, J. and J. Jane, “Preparation of granular cold-water-soluble starches by alcoholic-alkaline treatment, ” *Cereal Chem*, Vol. 71 (6), pp. 618-622, 1994.

[32] Jane, J., L. Shen, L. Wang, and C.C. Maningat, “Preparation and properties of small-particlecorn starch, ” *Cereal Chem*, Vol. 69 (3), pp. 280-283, 1992.

[33] Piyachomkwan, K., R. Chollakup, S. Chotineeranat, N. Termvejsayanon, and K. Sriroth. “Thermal properties of physically treated cassava (Manihot esculenta Crantz.) starch,” In the 10 th Annual Meeting of the National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Twin tower Hotel, Bangkok, 1998.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[34] Ann and Charlotte Eliasson, *Carbohydrate in Food*. Marcel Dekker, Inc., New York. 1996.

[35] R.L, Whistler, E.F, Paschall and J.N, Bemiller, *Starch : Chemistry and Technology* Vol. 2. Academic Press Inc., New York. 1997.

[36] Shi, Y.C. and P.T. Trzasko. "Process of producing amylase resistant granular starch," *US Patent Office*. vol. 5, pp. 593,503, 1997.

[37] Salomonsson, A.C., and B. Sundberg, "Amylose content and chain profile of amylopectin from normal, high amylose and waxy barleys," *Starch-Starke*, Vol. 46 (9), pp. 325-328, 1994.

[38] ศศธร ธรรมภาณ, "การพัฒนาขนมกล้วยผงกึ่งสำเร็จรูป, " วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.

[39] ชุติมา อนุเทศ, "การเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์ผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ที่ได้จากการทำแห้งแบบลูกกลิ้งและแบบโฟม-แมท, " วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551.

[40] พรศักดิ์ มนัสศิริเพ็ญ, "การทำแห้งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก," *วารสารอาหาร*, ปีที่ 21, นน. 178 – 180, เดือนกรกฎาคม-กันยายน 2534.

[41] สุนีย์ จึงธีรพานิช, "การพัฒนาถั่วอะซูกิผงโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

[42] ธารารัตน์ รุ่งเรือง และ วิฑูรย์ แซ่เอี้ยว, "การพัฒนาเกล็ดธัญพืชด้วยวิธีการอบแห้งแบบพิมพ์ทองม้วนเปรียบเทียบกับวิธีการอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่", ปัญหาพิเศษ, เทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชบุรี, 2546.

[43] กล้าณรงค์ ศรีรอด, *สารให้ความหวาน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัทจาร์พา เท็คเซ็นเตอร์ จำกัด, 2542.

[44] พาลาทีน, *(ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นจาก : https://www.eatwell.co.th/พาลาทีน-เพียว-palatyne-pure-ขนาด-1-กิโ/, (26 มีนาคม 2564).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[45] วลัยรุจี วิเชียรทวี, “การผลิตเนยแข็งเทียมจากเคซีเนทและโปรตีนข้าว, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

[46] จันเพ็ญ ภู่มิ่งเดือน, “การผลิตแป้งพรีเจลาทิไนซ์และการประยุกต์ใช้ในเครื่องดื่มข้าวชนิดชงดื่ม, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

[47] อุมาภรณ์ อภิชาชาญ, “การปรับปรุงคุณภาพของโดนัทเค้กโดยใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์ทดแทนแป้งสาลี, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2547.

[48] คืนจันทร์ ณ นคร, “ผลของปริมาณอะมิโลสและสภาวะการผลิตต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของสตาร์ชข้าวพรีเจลาติไนซ์, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552.

[49] ปัจจยา ตันติวีรสุต และคณะ, “ผลของการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่พรีเจลาทิไนซ์เพื่อลดไขมันในน้ำสลัด,” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, ปีที่ 45, ฉบับที่ 2, นน. 125-128, พฤษภาคม – สิงหาคม 2557.

[50] ณัฐพงศ์ ทับทิม, “ การเปรียบเทียบการทำมันสำปะหลังและมันฝรั่งบดคืนรูปโดยวิธีทำแห้งแบบลูกกลิ้ง, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557.

[51] วรรณวิภา โคกครุฑ, “การพัฒนาผงหุงข้าวสำเร็จรูปเพื่อปรับปรุงคุณภาพข้าวเสาไห้, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.

[52] ประเสริฐ รัตนะ, “การพัฒนาแซนวิชสเปรดผสมถั่วเมล็ดแห้ง, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

[53] สุภาพร พาเจริญ, “การพัฒนามายองเนสเสริมสารสกัดจากเปลือกมะนาว และอบเชย, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[54] ภานุมาศ รุ่งเรืองอารี, “ผลของแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาติไนซ์และการเสริมโปรตีนต่อคุณภาพของขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

[55] Li, J.Y. and A.I. Yeh. “Relation between thermal, rheological characteristics and swelling power for various starch,” *J. of Food Eng*. Vol. 50 pp. 141-148, 2001.

[56] Hanna, N. and Wozniak, R., *Consumer behavior : An applied approach*. Upper Saddle River. NJ : Prentice Hall, 2001.

[57] Schiffman, Leon G., and Kanuk Leslie L., *Customer Behavior*. 5th ed. .Upper Saddle River, NJ:Prentice Hall, 1994.

[58] สมยศ อวเกียรติ, และสิทธิพร ประวัติรุ่งเรือง, “การตัดสินใจและพฤติกรรมการบริโภคอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้องทานของผู้บริโภคเขตบางแค,” *การประชุมวิชาการระดับชาติเบญจมิตรวิชาการ*, มหาวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ, นน. 1-10, 2558.

[59] *ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรม*, ส่วนแบ่งตลาดสเปรด ปี 2559, *(ออนไลน์)*, 2560, สืบค้นจาก : http://fic.nfi.or.th/FoodMarketShareInThailandDetail.php?id=233, (20 มีนาคม 2564).

[60] *ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรม*, ส่วนแบ่งการตลาดเนยและมาการีน ปี2561, *(ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นจาก : http://fic.nfi.or.th/FoodMarketShareInThailandDetail.php?id=217, (20 มีนาคม 2564).

[61] สุจิตตา เรืองรัศมี, กนกวรรณ จัดวงษ์ และอบเชย วงศ์ทอง, การพัฒนาสูตรขนมปังแซนด์วิชโดยใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี, *วารสารวิจัยราชภัฏพระนครสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, นน. 124, มกราคม - มิถุนายน 2561.

[62] ธีระพงษ์ แสงวิเศษ, “ความพึงพอใจของลูกค้าที่ใช้บริการร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่น ที่มีต่อการจัดวาง Layout ในสาขาที่ได้รับการปรับปรุงร้าน,” *ประชุมหาดใหญ่วิชาการ ครั้งที่ 4 การวิจัยเพื่อพัฒนาสังคมไทย*, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่, 2556, pp. 112-116.

[63] พรรณี ประสารชัยมนตรี, “ผลของน้ำพริกเครื่องแกงต่อการก่อกลายพันธุ์ที่กระตุ้นด้วยยูรีเทนในแมลงหวี่สายพันธุ์ *DROSOPHILA MELANOGASTER*, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพิษวิทยาทางอาหารและโภชนาการ, มหาวิทยาลัยมหิดล บัณฑิตวิทยาลัย, 2543.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[64] สุทธินี สีสังข์, *กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, (ออนไลน์)*. 2563, สืบค้นจาก : https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200722153849_1_file.pdf, (28 กุมภาพันธ์ 2564).

[65] อาภัสรา แสงนาค, *เส้นใยอาหาร (Dietary Fiber)*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชั่น, 2560.

[66] บุญทิวา นิลจันทร์, “การศึกษาสมบัติเคมีฟิสิกส์ของฟลาวและสตาร์ชข้าวจากข้าวพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทย, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

[67] ผาณิต รุจิรพิสิฐ วิชชุดา สังข์แก้ว และเสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์, “คุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์,” *วิทยาศาสตร์เกษตร,* ปีที่ 43, นน. 173-176, พฤษภาคม-สิงหาคม 2555.

[68] คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหารและเทคโนโลยีการอาหาร, *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร*. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลับเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559.

[69] Nonbehel, G. and Moss, A.A.H., *Drying of Solids in the Chemical Industry*, London : Buttenvorth Co. Ltd., 1917.

[70] นฤดี พงศ์กิจวิทูร, “ปัจจัยการผลิตกล้วยหอมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งหมุน, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[71] พนิดา วงศ์ปรีดี, “การพัฒนาวิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้าที่ละลายในน้ำเย็น, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

[72] มัทนียา เชี่ยวเวช, “การเร่งความเก่าของข้าวเปลือกโดยใช้เทคนิคในการอบแบบฟลูอิดไดซ์เบดร่วมกับการเทมเปอร์, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548

[73] พลากร สำรีราษฎร, สุชาดา เวียรศิลป และณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ, “ผลของคลื่นความถี่วิทยุตอคุณภาพการสีของขาว, ” *วารสารเกษตร*, ปีที่ 26(2), นน. 101-106, 2553.

[74] นาฏชนก ปรางปรุ, “กำหนกสภาวะที่เหมาะสมในการเร่งความเก่าของข้าวสารโดยวิธีผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมการแปรรูปผลผลิตเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2553.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[75] ปิติพร ฤทธิเรืองเดช และคณะ, “พฤติกรรมด้านความหนืดและสมบัติทางกลของแป้งท้าวยายม่อม (Tacca leontopetaloides Ktze,),” *ประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร, 2546.

[76] เขมจิราณัฐ ชัชวาลย์, “การดัดแปรสตาชมันสำปะหลังด้วยวิธีการคั่วในภาชนะแบบเปิด, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2560.

[77] ปิยาภรณ์ เชื่อมชัยตระกูล, “การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวผสมระหว่างแป้งข้าวเหนียวกับแป้งข้าวหอมมะลิและการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก, ” ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาปลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.

[78] วันเพ็ญ รัตนชน, “การเปรียบเทียบพันธุกรรม และสมบัติทางเคมีกายภาพของมันสำปะหลังชนิดขมและชนิดหวาน, ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

[79] ปิยะพร ภัทรกิจกำจร, “การศึกษาสูตรและสภาวะการทอดที่เหมาะสมของแป้งชุบทอดดูดซับน้ำมันต่ำจากแป้งข้าวโพดอะไมโลสสูง แป้งข้าวเจ้าพรีเจล และแป้งข้าวเจ้า,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.

[80] พรทวี ธนสัมบัณณ์ และสุวรรณา พิชัยยงค์วงศ์ดี, “การใช้ประโยชน์ปลายข้าวจากโรงสีข้าวสวนดุสิตเป็นสารทดแทนไขมันในน้ำสลัดเต้าหู้พลังงานต่ำ, ” รายงานการวิจัยหลักสูตรการประกอบอาหารและการบริการโรงเรียนการเรือน, มหาวิทยลัยสวนดุสิต, 2560.

[81] Santiago Bascuas et al, “Structural and sensory studies on chocolate spreads with hydrocolloid-based oleogels as a fat alternative,” *LWT - Food Science and Technology*, pp.135, 2021.

[82] นันท์ชนก นันทะไชย, พรพรรณ พันธุ์เจริญ และภูวกร น้อยแกว, “คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของขนมปั้นขลิบจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่พรีเจลาติไนซ์, ” วาราสาร*วิทยาศาสตร์เกษตร,* ปีที่ 49 ฉบับที่ 2, นน. 649-652, มกราคม-เมษายน, 2561.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[83] *ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP*, ความหมายพริกแกง, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป, สืบค้นจาก : http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/information repack/277-curry-paste?showall=&start=1, (6 มิถุนายน 2563).

[84] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, เส้นใยอาหาร, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1102/dietary-fiber-ใยอาหาร, (6 มิถุนายน 2563).

[85] สารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : https://ngthai.com/science/14843/macronutrients/ (6 มิถุนายน 2563).

[86] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, Water activity/แอคติวิตีของน้ำ,*(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0551/water-activity-แอคติวิตีของน้ำ, (6 มิถุนายน 2563).

[87] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร, *(ออนไลน์)*, 2546, สืบค้นจาก : https://www.phtnet.org /2003/09/26/, (6 มิถุนายน 2563).

[88] รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, *เคมีอาหาร,* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2549.

[89] พรพนา นาคสิงห์, “ผลการยับยั้งเชื้อราของส่วนสกัดเอทานอลจากเปลือกผลทับทิม ต่อเชื้อ Colletotrichum Gloeosporioides สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก, ” สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2550.

[90] กองสถิติสังคม สำนักงานสถิติแห่งชาติ, การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชากร พ.ศ. 2560 *(ออนไลน์)*, 2560, สืบค้นจาก : http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/ด้านสังคม/สาขาสุขภาพ/Food_consumption_behavior_of_the_population/2560/รายงานฉบับสมบูรณ์.pdf (8 มีนาคม 2564).

[91] กมลรัตน์ สิริธรังศรี, การดูแลสุขภาพด้วยการรับประทานอาหารอย่างเหมาะสม, *(ออนไลน์)*, 2555, สืบค้นจาก : https://www.stou.ac.th /study/sumrit/8-58/page1-8-58.html, (8 มีนาคม 2564).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[92] วิกานดา รันตพันธ์, เส้นใยอาหาร Fiber, *(ออนไลน์)*, 2553, สืบค้นจาก : https://bupa.co.th/เส้นใยอาหาร-fiber/, (18 มกราคม 2564).

[93] ใยอาหาร สำคัญอย่างไรกับร่างกาย, *(ออนไลน์)*, 2558, สืบค้นจาก : https://www.si.mahidol.ac.th//th/division/diabetes/admin/knowledges_files/6_44_1.pdf, (19 มกราคม 2564).

[94] *Eatwell*, พาลาทีน, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : https://www.eatwell.co.th/palatyne/, (24 มีนาคม 2564).

[95] สรจักร สิริบริรักษ์, คู่มือดูแลสุขภาพด้วยวิตามินและเกลือแร่, กรุงเทพมหานคร : บริษิทซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

[96] ศักดา ดาดวง, *Vitamins & Minerals กินอย่างไรให้ได้สุขภาพดี*, กรุงเทพมหานคร : บริษิทซีเอ็ดยูเคชั่น, 2552.

[97] วิโรจน์ สุ่มใหญ่, ทินกร วีระพันธ์, รวิช ตาแก้ว, วิจิตรา ประสาทเวทยกุล และศิริพร จิระทัศน์ประสุต, *วิตามินและโภชนาบำบัด ศาสตร์มหัศจรรย์ชะลอความชรา*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัทอัมรินทร์พริ้นท์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2551.

[98] วินัย คงสุวรรณ, *Vitamin, Nature of Body*, พิมครั้งที่ 1. สมุทรปราการ : บริษัทเอ็ม.ที.พริ้นท์ จำกัด, 2547.

[99] วันเพ็ญ บุญสวัสดิ์, ผักผลไม้ต้านและป้องกันมะเร็ง, *(ออนไลน์)*, 2552, สืบค้นจาก http://medinfo2.psu.ac.th/cancer/db/news_ca.php?newsID=79&typeID=19&form=5, (20 มกราคม 2564).

[100] Beyer RE, “An Analysis of Role of Coenzyme Q in Free Radical Generation and As an antioxidant. ” *Biochemistry and Cell Biology*, Vol. 70, No. 6, pp. 390-403, June, 1992.

[101] Chew, Y. L., Lim, Y. Y., Omar, M., and Khoo, K. S., “Antioxidant activity of three edible seaweeds from two areas in South East Asia, ” *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 41, No. 6, July, pp. 1067-1072, 2008.

[102] บรรทด จอมสวรรค์, ธนูศักดิ์ ธนะสาร, ประเสริฐ ไวยะกา และศุรวุฒิ ใจกล้า, “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ทางชีวภาพของผักจ้ำ, ” *วารสารการวิจัยกาสะลอง*, ปีที่ 11, ฉบับที่ 3, กรกฎาคม-ธันวาคม, 2560

บรรณานุกรม (ต่อ)

[103] สารต้านอนุมูลอิสระ, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : https://bangkokhatyai.com/knowledge/view/371, (20 มกราคม 2564).

[104] แกงมัสมั่นไทย ครองแชมป์อาหารอร่อยที่สุดในโลกปี 2020, *(ออนไลน์)*, ม.ป.ป., สืบค้นจาก : https://www.esanbiz.com/34406, (8 มีนาคม 2564).

[105] The world's 50 best foods, *(ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก : https://edition.cnn.com/travel/article/world-best-food-dishes/index.html?fbclid=IwAR0ldArCCZLU6_YsU4UfjJb7zE6sUc4F-Ndka-mxN3jJRQqnSWWsn2wYDEc (8 มีนาคม 2564).

[106] สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำพริกแกงและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส (มอก. 429/2548), กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร, 2563

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค

ชุดที่ .....

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจทัศนคติ พฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นงานวิจัยเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางสาวสุธาทิพย์ คงกันนิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี แบบสอบถามมี 3 ส่วน

คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อสเปรด

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด

คำอธิบาย สเปรด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ป้ายทาบนขนมปัง บิสกิส แคร็กเกอร์ หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ อาจใช้เป็นอาหารหลักหรืออาหารว่าง เนื้อสัมผัสกึ่งแข็งที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม มีกลิ่นรสเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ สามารถป้ายทาได้ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์สเปรดมีหลายรูปแบบ เช่น สังขยา เนยถั่วลิสง แยม สลัดครีม และผลิตภัณฑ์สเปรดที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม เช่น แซนวิชสเปรดรสต่างๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์สเปรดรสมัสมั่นนี้ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันพืชและไข่ จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการบริโภคอาหารที่รับประทานง่าย สะดวก ไม่ยุ่งยากในการเตรียม และสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการทางเลือกใหม่

คำตอบของท่านผู้วิจัยจะเก็บไว้เป็นความลับและใช้เป็นข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย ดังนั้นคำตอบของท่านจะไม่มีผลเสียหายต่อท่านแต่ประการใด แต่จะเป็นประโยชน์อย่างสูงสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดีในการตอบแบบสอบถาม จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ผู้วิจัย

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย “✓” ลงใน ( ) ตามความเป็นจริง **เฉพาะเจ้าหน้าที่**

<u>ส่วนที่ 1</u> : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ A ☐

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) ตั้งแต่ 16 – 20 ปี ( ) 21 – 25 ปี B ☐

( ) 26 – 30 ปี ( ) 31 – 35 ปี

( ) 36 – 40 ปี ( ) 41 – 45 ปี

( ) มากกว่า 45 ปี

3. ระดับการศึกษา C ☐

( ) ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ( ) มัธยมปลาย / ปวช.

( ) อนุปริญญา / ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ D ☐

( ) นักเรียน / นักศึกษา ( ) ค้าขาย / ธุรกิจส่วนตัว

( ) ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) อื่นๆโปรดระบุ.....

5.รายได้ต่อเดือน E ☐

( ) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท ( ) 10,001 – 15,000 บาท

( ) 15,001 – 20,000 บาท ( ) 20,001 – 25,000 บาท

( ) สูงกว่า 25,000 บาท

<u>ส่วนที่ 2</u> : ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์สเปรด

6. รูปแบบของผลิตภัณฑ์สเปรดที่ท่านรับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) F1 ☐ F2 ☐

( ) รับประทานกับขนมปัง ( ) รับประทานกับขนมปังกรอบ (แครกเกอร์) F3 ☐ F4 ☐

( ) รับประทานกับอาหารทอด ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

7. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรดบ่อยเพียงใด (ตอบเพียง 1 ข้อ)

( ) ทุกวัน ( ) 1 – 2 ครั้งต่อสัปดาห์ G ☐

( ) 3 – 4 ครั้งต่อสัปดาห์ ( ) นาน ๆ ครั้ง

( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

8. สถานที่ที่ท่านซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดบ่อยที่สุด (ตอบเพียง 1 ข้อ) H ☐

( ) Hypermarket เช่น โลตัส, บิ๊กซี ( ) Supermarket เช่น ท็อปส์

( ) ร้านสะดวกซื้อ (เช่น 7-11, am-pm) ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

9. ขนาดบรรจุที่ท่านซื้อรับประทาน (ตอบเพียง 1 ข้อ) I ☐

( ) ขนาดใหญ่ (460 กรัม) ( ) ขนาดกลาง (220 กรัม)

( ) ขนาดเล็ก (130 กรัม) ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

10. ผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติใดที่ท่านซื้อรับประทานบ่อยที่สุด (ตอบเพียง 1 ข้อ) J ☐

( ) ดั้งเดิม ( ) ทูน่า

( ) แฮมไก่ ( ) น้ำพริกเผามองยองเนสชีส

( ) รสมัสตาร์ด ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

11. เหตุผลที่ใช้ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติดังกล่าว (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสชาติดี ( ) การโฆษณา K1 ☐ K2 ☐

( ) ตามความนิยม ( ) ความคงตัวดี K3 ☐ K4 ☐

( ) คุณค่าทางโภชนาการ ( ) สีเป็นที่พึงพอใจ K5 ☐ K6 ☐

( ) ราคาถูก ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... K7 ☐ K8 ☐

12. ปัญหาที่ท่านพบเมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์สเปรด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสจัดเกินไป ( ) กลิ่นน้ำส้มสายชูแรงเกินไป L1 ☐ L2 ☐

( ) รสหวานเกินไป ( ) อายุการเก็บรักษาสั้น L3 ☐ L4 ☐

( ) มีรสชาติให้เลือกน้อย ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... L5 ☐ L6 ☐

<u>ตอนที่ 3</u> : ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรด

13. ท่านคิดว่ารสชาติใดควรเป็นรสชาติเด่นในผลิตภัณฑ์สเปรด (ตอบเพียง 1 ข้อ) M ☐

( ) เค็ม ( ) เผ็ด

( ) เปรี้ยว ( ) หวาน

( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

14. หากมีผลิตภัณฑ์สเปรดรสชาติไทย ท่านอยากให้มีรสชาติใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสแกงมัสมั่น ( ) รสคั่วกลิ้ง N1 ☐ N2 ☐

( ) รสแกงพะแนง ( ) รสแกงเขียวหวาน N3 ☐ N4 ☐

( ) รสลาบน้ำตก ( ) รสต้มยำ N5 ☐ N6 ☐

( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ) ..... N7 ☐

15. ท่านต้องการให้บรรจุผลิตภัณฑ์สเปรดรสมัสมั่นในภาชนะบรรจุแบบใด (ตอบเพียง 1 ข้อ)

( ) ขวดแก้ว ( ) หลอดพลาสติก O ☐

( ) ซองอลูมิเนียมฟอยด์ ( ) ซองพลาสติกใส

( ) ถุงพลาสติก ( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามการทดสอบความชอบของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นงานวิจัยเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น เพื่อทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ผู้วิจัยใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุดเพื่อความถูกต้องของ ผลการศึกษา คำตอบของท่าน ผู้วิจัยจะเก็บไว้เป็นความลับและใช้เป็นข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย ดังนั้นคำตอบของท่านจะไม่มีผลเสียหายต่อท่านแต่ประการใด แต่จะเป็นประโยชน์อย่างสูงสำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดีในการตอบแบบสอบถาม กรุณาโปรดระบุคำตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ของข้อที่ท่านเลือกให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน แบบสอบถามจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

คำอธิบาย สเปรด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ป้ายทาบนขนมปัง บิสกิส แคร็กเกอร์ หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ อาจใช้เป็นอาหารหลักหรืออาหารว่าง เนื้อสัมผัสกึ่งแข็งที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม มีกลิ่นรสเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ สามารถป้ายทาได้ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์สเปรดมีหลายรูปแบบ เช่น สังขยา เนยถั่วลิสง แยม สลัดครีม และผลิตภัณฑ์สเปรดที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม เช่น แซนวิชสเปรดรสต่างๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์สเปรดรสมัสมั่นนี้ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันพืชและไข่ จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการบริโภคอาหารที่รับประทานง่าย สะดวก ไม่ยุ่งยากในการเตรียม และสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการทางเลือกใหม่

นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน
ผู้ดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง A ☐

2. อายุ

☐ ตั้งแต่ 15-24 ปี ☐ 25-34 ปี B ☐

☐ 35-44 ปี ☐ ตั้งแต่ 45 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. C ☐

☐ อนุปริญญา / ปวส. ☐ ปริญญาตรี / หรือเทียบเท่า

☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ

☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ D ☐

☐ พนักงานบริษัทเอกชน ☐ เจ้าของกิจการ / ค้าขาย

☐ อาชีพอิสระ ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท ☐ 15,001-20,000 บาท E ☐

☐ 20,001-25,000 บาท ☐ 25,001-30,000 บาท

☐ มากกว่า 30,001 บาท ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

คำชี้แจง กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีระดับคะแนน ดังต่อไปนี้

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

คำแนะนำ : กรุณาดื่มน้ำเปล่าก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**			
	926	**547**	**812**	**653**
ลักษณะปรากฏ				
กลิ่นพริกแกงมัสมั่น				
กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น				
รสเผ็ด				
รสหวาน				
ความง่ายในการสเปรด				
ความชอบโดยรวม				

ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ใบยินยอมในการตอบแบบสอบถาม

วิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

วันที่ให้คำยินยอม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมในการตอบแบบสอบถามนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการตอบแบบสอบถาม และมีความเข้าใจดีแล้ว

2. ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบังซ่อนเร้น

3. ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้าแล้ว จะกระทำได้เฉพาะกรณีจำเป็นด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

4. ข้อมูลสำหรับผู้ที่แพ้อาหาร ในผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของกุ้ง ปลา และนม

5. ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

เบอร์โทร.....

E-mail.....

ลงนาม.....ผู้ทำวิจัย

(นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน)

เบอร์โทร 093-5784713

E-mail suthathip2537@icloud.com

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์แห่งปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ของนางสาวสุธาทิพย์ คงกัน นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กรุณาโปรดระบุคำตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ ของข้อที่ท่านเลือกให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งแบบสอบถามจะประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

คำอธิบาย สเปรด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ป้ายทาบนขนมปัง บิสกิส แคร็กเกอร์ หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ อาจใช้เป็นอาหารหลักหรืออาหารว่าง เนื้อสัมผัสกึ่งแข็งที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม มีกลิ่นรสเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ สามารถป้ายทาได้ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์สเปรดมีหลายรูปแบบ เช่น สังขยา เนยถั่วลิสง แยม สลัดครีม และผลิตภัณฑ์สเปรตที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม เช่น แซนวิชสเปรดรสต่างๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์สเปรดรสมัสมั่นนี้ไม่มีส่วนผสมของน้ำมันพืชและไข่ จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการบริโภคอาหารที่รับประทานง่าย สะดวก ไม่ยุ่งยากในการเตรียม และสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการทางเลือกใหม่

ผู้วิจัยใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อความถูกต้องของผลการศึกษา คำตอบของท่านผู้วิจัยจะเก็บไว้เป็นความลับและใช้เป็นข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย ข้าพเจ้าในนามผู้วิจัยขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาศนี้ด้วย

นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน

ผู้ดำเนินการวิจัย

แบบสอบถามผู้บริโภค

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง A ☐

2. อายุ

☐ 1. ตั้งแต่ 15-24 ปี ☐ 2. 25-34 ปี B ☐

☐ 3. 35-44 ปี ☐ 4. ตั้งแต่ 45 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

☐ 1. ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย ☐ 2. มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. C ☐

☐ 3. อนุปริญญา / ปวส. ☐ 4. ปริญญาตรี

☐ 5. ปริญญาโท ☐ 6. ปริญญาเอก

4. อาชีพ

☐ 1. นักเรียน / นักศึกษา ☐ 2. ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ 3. พนักงานบริษัทเอกชน ☐ 4. เจ้าของกิจการ / ค้าขาย

☐ 5. อาชีพอิสระ / แม่บ้าน ☐ 6. อื่นๆ (โปรดระบุ)..... .D ☐

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ 1. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท ☐ 2. 15,001-20,000 บาท E ☐

☐ 3. 20,001-25,000 บาท ☐ 4. 25,001-30,000 บาท

☐ 5. มากกว่า 30,001 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

คำชี้แจง โดยกรุณาระบุคำตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ท่านเลือกในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

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

2.1 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**
ลักษณะปรากฏ	
กลิ่นพริกแกงมัสมั่น	
กลิ่นรสพริกแกงมัสมั่น	
รสเผ็ด	
รสหวาน	
ความง่ายในการสเปรด	
ความชอบโดยรวม	

2.2 ถ้าหากมีผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นวางจำหน่าย ในปริมาณ 100 กรัม ราคา 99 บาท ท่านมีความสนใจจะซื้อหรือไม่

☐ ซื้อ ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่ซื้อ F ☐

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด

ผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น เป็นผลิตภัณฑ์ผสมกึ่งแข็งที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม สามารถป้ายทาได้ มีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสเฉพาะของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่เร่งรีบ เพราะพกพาได้สะดวก สามารถทานกับขนมปัง หรือแครกเกอร์ได้ ผลิตภัณฑ์สเปรดมีส่วนประกอบจากข้าวสังข์-หยด ข้าวสังข์หยดมีลักษณะพิเศษ คือ มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารต้านอนุมูนอิสระที่สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งช่วยชะลอความชราได้ วิตามินเอช่วนในการบำรุงสายตาและช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันและอวัยวะภายในทำงานได้อย่างเป็นปกติ วิตามินบีหนึ่งช่วยในการป้องกันโรคเหน็บชา แคลเซียมช่วยในการป้องกันโรคกระดูกเสื่อม ธาตุเหล็กยังช่วยเสริมภูมิต้านทาน และช่วยป้องกันและรักษาภาวะโลหิตจางอีกด้วย อีกทั้งแกงมัสมั่นสามารถครองแชมป์อาหารอร่อยอันดับ 1 จากอาหารที่อร่อยที่สุดในโลก ประจำปี 2563 จากผลการสำรวจเว็บไซต์ CNN Travel อีกด้วย

2.3 เมื่อได้ทราบประโยชน์ของข้าวสังข์หยดแล้ว ท่านคิดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นหรือไม่

☐ ซื้อ ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่ซื้อ G ☐

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

1) ขั้นตอนการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

(1) ละลายน้ำแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก

รูปที่ ข.1 การละลายน้ำแป้งข้าวสังข์หยด

(2) นำไปพรีเจลาติไนซ์ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ตามสภาวะที่กำหนด

รูปที่ ข.2 การพรีเจลาติไนซ์แป้งข้าวสังข์หยด ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

(3) ได้แผ่นแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ และนำแผ่นข้าวสังข์หยดไปบดให้ละเอียด

(ก)

(ข)

รูปที่ ข.3 (ก) แผ่นแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ และ (ข) แผ่นแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ที่บดด้วยเครื่องบดละเอียด

(4) แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

รูปที่ ข.4 แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

2) ขั้นตอนการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

(1) ผัดพริกแกงมัสมั่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที พักไว้จนถึงอุณหภูมิห้อง

รูปที่ ข.5 พริกแกงมัสมั่นที่ผ่านการผัด

(2) ตีเนยสดด้วยเครื่องผสมอาหารด้วยความเร็วระดับ 5 เป็นเวลา 3 นาที เพื่อให้เนยแตกตัว นำพริกแกงมัสมั่นที่พักไว้ ตีผสมกับเนยสดและสารให้ความหวานพาลาทีน ด้วยความเร็วระดับ 1 ให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที

(ก) (ข)

รูปที่ ข.6 (ก) ส่วนผสมสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น และ (ข) ตีส่วนผสมสเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น

(3) เติมปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์ ตีให้เข้ากันอีกครั้งเป็นเวลา 5 นาที

รูปที่ ข.7 เติมแป้งข้าวสังข์หยดพรีเจลาติไนซ์

(4) จากนั้นบรรจุใส่ขวดแก้วฝาเกลียวที่ล้างทำความสะอาด และผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำผลิตภัณฑ์สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่นไปพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

รูปที่ ข.8 บรรจุใส่ขวด

ภาคผนวก ค
รายงานผลการวิเคราะห์

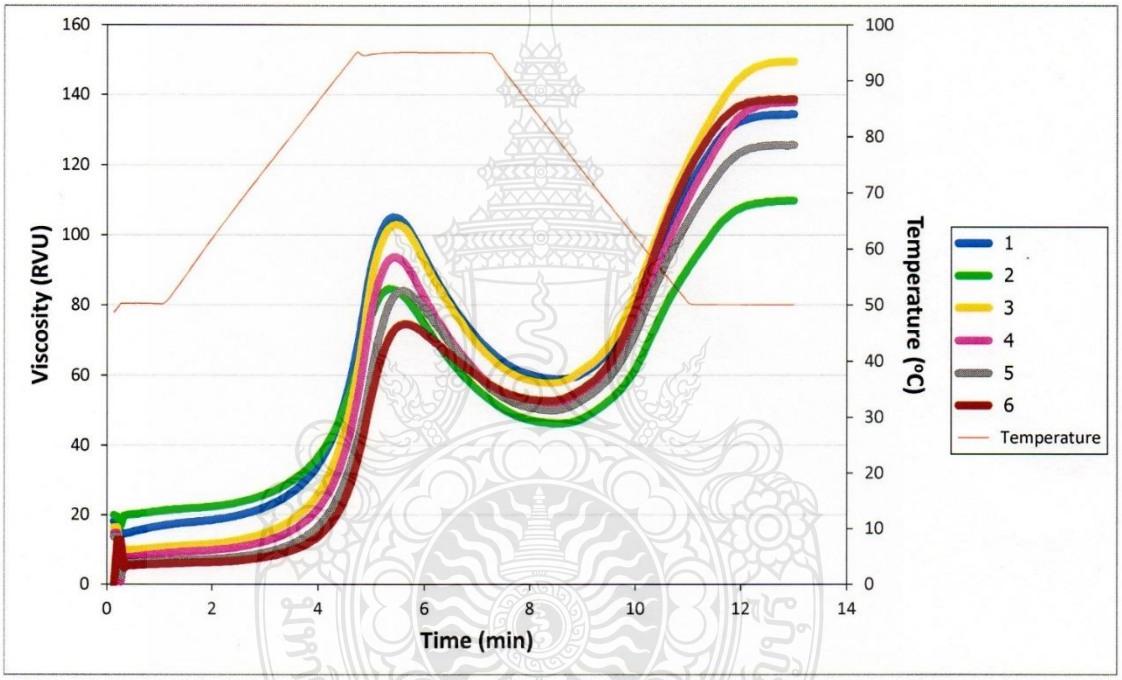
165/62

ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyser

ตัวอย่าง แป้งข้าวสังข์หยด **ความเข้มข้น** 9.2% (w/w), น้ำหนักรวม 28 g

Profile Std.1 **จำนวนซ้ำการวิเคราะห์** 2

Samples	Peak Viscosity (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown (RVU)	Final Viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Peak Time (min)	Pasting Temperature (°C)
1	105 ± 1	59 ± 2	46 ± 2	135 ± 1	76 ± 1	5.40 ± 0.00	85.58 ± 0.04
2	85 ± 0	46 ± 1	38 ± 0	110 ± 0	64 ± 0	5.33 ± 0.00	85.93 ± 0.60
3	103 ± 1	58 ± 0	45 ± 1	149 ± 0	92 ± 0	5.47 ± 0.00	85.55 ± 1.20
4	94 ± 1	51 ± 2	43 ± 1	138 ± 0	87 ± 1	5.43 ± 0.05	86.45 ± 0.00
5	84 ± 1	50 ± 0	34 ± 1	126 ± 1	76 ± 0	5.57 ± 0.05	87.95 ± 0.07
6	75 ± 0	53 ± 1	22 ± 0	139 ± 0	86 ± 0	5.63 ± 0.05	89.68 ± 0.04



MEIYUME™

วันที่ออก: 13 มกราคม 2563

เลขที่ใบรายงาน: LS01845/19

หน้าที่ : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
รายละเอียดตัวอย่าง	แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจล ตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างบรรจุในถุงซิปล็อค
รหัสตัวอย่าง	LS01845/19
วันที่รับตัวอย่าง	25 ธันวาคม 2562
วันที่ทดสอบ	10 มกราคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	วิธีการทดสอบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ผลการทดสอบ
การละลายของแป้ง	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	6.82
			75	6.01
			85	5.97
กำลังการพองตัว	กรัม/กรัมโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	10.18
			75	10.99
			85	11.06

รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา, คัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะบางส่วนยกเว้นการทำทั้งฉบับ โดยต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

อนุมัติผลโดย

ในนามของบริษัท เมย์ยูเม แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

อภัสรา แก้วหล่อ

ผู้จัดการอาวุโสแผนกประกันคุณภาพ

Meiyume Manufacturing (Thailand) Limited
21/7 Moo 6, Kookot, Lamlukka, Pathumthani 12130, Thailand Tel: (66) 2987 6500 Fax: (66) 2987 6500 Ext.115
Member of the Fung Group 馮氏集團成員

MEIYUME™

วันที่ออก: 13 มกราคม 2563

เลขที่ใบรายงาน: LS01846/19

หน้าที่ : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
รายละเอียดตัวอย่าง	แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจล ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างบรรจุในถุงซิปล็อค
รหัสตัวอย่าง	LS01846/19
วันที่รับตัวอย่าง	25 ธันวาคม 2562
วันที่ทดสอบ	10 มกราคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	วิธีการทดสอบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ผลการทดสอบ
การละลายของแป้ง	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	7.05
			75	6.76
			85	6.55
กำลังการพองตัว	กรัม/กรัมโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	9.63
			75	10.38
			85	10.44

รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา, คัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะบางส่วนยกเว้นการทำทั้งฉบับ โดยต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

อนุมัติผลโดย

ในนามของบริษัท เมย์ยูเม แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

อภัสรา แก้วหล่อ

ผู้จัดการอาวุโสแผนกประกันคุณภาพ

Meiyume Manufacturing (Thailand) Limited
21/7 Moo 6, Kookot, Lamlukka, Pathumthani 12130, Thailand Tel: (66) 2987 6500 Fax: (66) 2987 6500 Ext.115
Member of the Fung Group 馮氏集團成員

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

MEIYUME™

วันที่ออก: 13 มกราคม 2563

เลขที่ใบรายงาน: LS01847/19

หน้าที่ : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
รายละเอียดตัวอย่าง	แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจล ตัวอย่างที่ 3 ตัวอย่างบรรจุในถุงซิปล็อค
รหัสตัวอย่าง	LS01847/19
วันที่รับตัวอย่าง	25 ธันวาคม 2562
วันที่ทดสอบ	10 มกราคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	วิธีการทดสอบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ผลการทดสอบ
การละลายของแป้ง	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	4.39
			75	4.41
			85	5.90
กำลังการพองตัว	กรัม/กรัมโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	8.87
			75	10.36
			85	10.44

รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา, คัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะบางส่วนยกเว้นการทำทั้งฉบับ โดยต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

อนุมัติผลโดย

ในนามของบริษัท เมย์ยูเม แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

อภัสรา แก้วหล่อ

ผู้จัดการอาวุโสแผนกประกันคุณภาพ

Meiyume Manufacturing (Thailand) Limited
21/7 Moo 6, Kookot, Lamlukka, Pathumthani 12130, Thailand Tel: (66) 2987 6500 Fax: (66) 2987 6500 Ext.115
Member of the Fung Group 冯氏集团成员

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

MEIYUME™

วันที่ออก: 13 มกราคม 2563

เลขที่ใบรายงาน: LS01848/19

หน้าที่ : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
รายละเอียดตัวอย่าง	แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจล ตัวอย่างที่ 4 ตัวอย่างบรรจุในถุงซิปล็อค
รหัสตัวอย่าง	LS01848/19
วันที่รับตัวอย่าง	25 ธันวาคม 2562
วันที่ทดสอบ	10 มกราคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	วิธีการทดสอบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ผลการทดสอบ
การละลายของแป้ง	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	6.44
			75	4.37
			85	3.52
กำลังการพองตัว	กรัม/กรัมโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	9.56
			75	9.92
			85	10.00

รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา, คัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะบางส่วนยกเว้นการทำทั้งฉบับ โดยต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

อนุมัติผลโดย

ในนามของบริษัท เมย์ยูเม แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

อภัสรา แก้วหล่อ

ผู้จัดการอาวุโสแผนกประกันคุณภาพ

Meiyume Manufacturing (Thailand) Limited
21/7 Moo 6, Kookot, Lamlukka, Pathumthani 12130, Thailand Tel: (66) 2987 6500 Fax: (66) 2987 6500 Ext.115
Member of the Fung Group
馮氏集團成員

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

MEIYUME™

วันที่ออก: 13 มกราคม 2563

เลขที่ใบรายงาน: LS01849/19

หน้าที่ : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
รายละเอียดตัวอย่าง	แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจล ตัวอย่างที่ 5 ตัวอย่างบรรจุในถุงซิปล็อค
รหัสตัวอย่าง	LS01849/19
วันที่รับตัวอย่าง	25 ธันวาคม 2562
วันที่ทดสอบ	10 มกราคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	วิธีการทดสอบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ผลการทดสอบ
การละลายของแป้ง	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	4.21
			75	4.19
			85	4.05
กำลังการพองตัว	กรัม/กรัมโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	9.00
			75	9.08
			85	9.39

รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา, คัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะบางส่วนยกเว้นการทำทั้งฉบับ โดยต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

อนุมัติผลโดย

ในนามของบริษัท เมย์ยูเม แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

อภัสรา แก้วหล่อ

ผู้จัดการอาวุโสแผนกประกันคุณภาพ

Meiyume Manufacturing (Thailand) Limited
21/7 Moo 6, Kookot, Lamlukka, Pathumthani 12130, Thailand Tel: (66) 2987 6500 Fax: (66) 2987 6500 Ext.115
Member of the Fung Group
馮氏集團成員

MEIYUME™

วันที่ออก: 13 มกราคม 2563

เลขที่ใบรายงาน: LS01850/19

หน้าที่ : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110
รายละเอียดตัวอย่าง	แป้งข้าวสังข์หยดพรีเจล ตัวอย่างที่ 6 ตัวอย่างบรรจุในถุงซิปล็อค
รหัสตัวอย่าง	LS01850/19
วันที่รับตัวอย่าง	25 ธันวาคม 2562
วันที่ทดสอบ	10 มกราคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการวิเคราะห์	หน่วย	วิธีการทดสอบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ผลการทดสอบ
การละลายของแป้ง	ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	6.82
			75	4.15
			85	3.81
กำลังการพองตัว	กรัม/กรัมโดยน้ำหนักแห้ง	วิธีการโดยลูกค้า	65	10.18
			75	9.83
			85	9.18

รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทดสอบเท่านั้น ห้ามนำรายงานนี้ไปประกาศโฆษณา, คัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะบางส่วนยกเว้นการทำทั้งฉบับ โดยต้องได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ

อนุมัติผลโดย

ในนามของบริษัท เมย์ยูเม แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

อภัสรา แก้วหล่อ

ผู้จัดการอาวุโสแผนกประกันคุณภาพ

Meiyume Manufacturing (Thailand) Limited
21/7 Moo 6, Kookot, Lamlukka, Pathumthani 12130, Thailand Tel: (66) 2987 6500 Fax: (66) 2987 6500 Ext.115
Member of the Fung Group
馮氏集團成員

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3, Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Accreditation No. 1051/47
Central Lab
One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 26 พฤศจิกายน 2563
เลขที่รายงาน TRBK63/50003
หน้า 02/03

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ช้อนโต๊ะ (15 กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ ขวด : ประมาณ 7

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค
พลังงานทั้งหมด 20 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 10 กิโลแคลอรี)

	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
ไขมันทั้งหมด 1 ก.	2%
ไขมันอิ่มตัว 0.5 ก.	2%
โคเลสเตอรอล น้อยกว่า 5 มก.	1%
โปรตีน 0 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 3 ก.	1%
ใยอาหาร น้อยกว่า 1 ก.	2%
น้ำตาล 0 ก.	
โซเดียม 125 มก.	6%

ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *

วิตามินเอ	0%	**วิตามินบี 1**	0%
วิตามินบี 2	0%	**แคลเซียม**	0%
เหล็ก	0%		

* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (**Thai RDI**) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า	65	ก.
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า	20	ก.
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า	300	มก.
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		300	ก.
ใยอาหาร		25	ก.
โซเดียม	น้อยกว่า	2000	มก.

พลังงาน(กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน = 9; โปรตีน = 4; คาร์โบไฮเดรต = 4

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3, Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 26 พฤศจิกายน 2563
เลขที่รายงาน TRBK63/50003
หน้า 01/03

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า สุธาทิพย์ คงกัน
(ข้อมูลจากลูกค้า) 17/15 หมู่ 1 ซ.โฟร์บี (หอพักบ้านพักดี) ถ.เลียบคลองหก ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

รายละเอียดตัวอย่าง สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
(ข้อมูลจากลูกค้า)

รหัสตัวอย่าง BK63/19177-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
ภาชนะบรรจุ : ขวดแก้ว ฝาโลหะ, จำนวน : 5 ขวด, น้ำหนัก/ปริมาตร : 190 กรัม/ขวด.
อุณหภูมิ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 03 พฤศจิกายน 2563

วันที่ทดสอบ 03 พฤศจิกายน 2563 - 26 พฤศจิกายน 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ต่อ 100 กรัม	ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	%RDI	วิธีทดสอบอ้างอิง
พลังงานทั้งหมด(กิโลแคลอรี)	146.60	20	-	In-house method TE-CH-169 based on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
พลังงานจากไขมัน(กิโลแคลอรี)	66.60	10	-	In-house method TE-CH-169 based on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
ไขมันทั้งหมด (ก.) *	7.40	1	2	AOAC (2019) 922.06
ไขมันอิ่มตัว (ก.)	4.95	0.5	2	In-house method TE-CH-208 based on AOAC (2019) 996.06
โคเลสเตอรอล (มก.)	17.14	น้อยกว่า 5	1	In-house method based on TE-CH-143 based on AOAC (2019) 994.10
โปรตีน (ก.) (%N x 6.25) *	2.08	0	-	AOAC (2019) 981.10
คาร์โบไฮเดรต (ก.)	17.92	3	1	In-house method TE-CH-169 based on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
ใยอาหาร (ก.)	3.91	น้อยกว่า 1	2	In-house method TE-CH-076 based on AOAC (2019) 985.29
น้ำตาล (ก.) *	2.53	0	-	In-house method TE-CH-164 based on AOAC (2019) 977.20
โซเดียม (มก.) ©	846.70	125	6	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019) 984.27
วิตามินเอ (มคก.)	42.231	(6.33)	0	In-house method TE-CH-024 based on AOAC (2019) 992.06
วิตามินบี 1 (มก.)	0.051	(0.01)	0	In-house method TE-CH-057 based on AOAC (2019) 942.23
วิตามินบี 2 (มก.)	0.031	(0.00)	0	In-house method TE-CH-057 based on J. Agric. Food Chemistry (1984), 32
แคลเซียม (มก.) ©	43.94	(6.59)	0	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019) 984.27
เหล็ก (มก.) ©	0.82	(0.12)	0	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019) 984.27
เถ้า (ก.) *	2.41	-	-	AOAC (2019) 920.153
ความชื้น (ก.) *	70.19	-	-	AOAC (2019) 925.45 A

หมายเหตุ: * : รายการทดสอบนอกขอบข่ายการรับรองของสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
© :รายการทดสอบตามขอบข่ายการรับรองของสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และมีการใช้บริการทดสอบจากภายนอกไปยังห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3, Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Accreditation No. 1051/47
Central Lab
One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 26 พฤศจิกายน 2563
เลขที่รายงาน TRBK63/50003
หน้า 03/03

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ขวด
ควรแบ่งกิน ประมาณ 7 ครั้ง

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
140	3	7	880
กิโลแคลอรี	กรัม	กรัม	มิลลิกรัม
*7%	*5%	*11%	*44%

*** คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน**

~End of Report~

(นางวนิสา มีบริญ)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขากรุงเทพ

CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

ที่ อว 6501.1911/640296

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2942 8629

รายงานผลการทดสอบ

คำขอบริการเลขที่ : 640296 **วันที่** 16 พฤศจิกายน 2563

ผู้ขอรับบริการ : สเปรดมัสมั่น
เลขที่ 17/15 หมู่ที่ 1 ซอยโฟร์บี (หอบ้านพักดี) ถนนเลียบคลองหก
ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ผู้ผลิต : สเปรดมัสมั่น
เลขที่ 17/15 หมู่ที่ 1 ซอยโฟร์บี (หอบ้านพักดี) ถนนเลียบคลองหก
ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

ชื่อตัวอย่าง : สเปรดมัสมั่น

ชนิดตัวอย่าง : อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที

ภาชนะบรรจุ : ขวดแก้วใสปิดสนิท

ขนาดบรรจุต่อหน่วย : 100 กรัม

ลักษณะตัวอย่าง : เนื้ออาหารสีน้ำตาล

วันที่รับตัวอย่าง : 3 พฤศจิกายน 2563

วันที่ทำการทดสอบ : 5 พฤศจิกายน 2563

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
TBA, mg malonaldehyde / kg	0.02	In-house method WI-TMC-17 based on The Chemical Analysis of Foods. (1976): 496-497	

หมายเหตุ :

ผู้รับรอง

.....
(นางภาธิดา เพ่งพิจิง)
รักษาการแทนหัวหน้าศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร

รายงานผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น และห้ามนำไปใช้ประโยชน์ในทางโฆษณา
เอกสารทุกฉบับต้องมีตราประทับของสถาบันฯ และลงนามกำกับโดยผู้มีอำนาจ
ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร โทร. 0 2942 8629 ต่อ 1800, 1811

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyathin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Central Lab
One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 27 พฤศจิกายน 2563
เลขที่รายงาน TRBK63/50374
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า สุธาทิพย์ คงกัน
(ข้อมูลจากลูกค้า) 17/15 หมู่ 1 ซ.โฟร์บี (หอพักบ้านพักดี) ถ.เลียบคลองหก ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
รายละเอียดตัวอย่าง สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
(ข้อมูลจากลูกค้า)
รหัสตัวอย่าง BK63/19179-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
ภาชนะบรรจุ : ขวดแก้ว ฝาโลหะ, จำนวน : 1 ขวด, น้ำหนัก/ปริมาตร : 190 กรัม.
อุณหภูมิ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง 03 พฤศจิกายน 2563
วันที่ทดสอบ 05 พฤศจิกายน 2563 - 27 พฤศจิกายน 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Total Antioxidant (trolox)	45.18	mg eq Trolox/100g	-	DPPH - Method

~End of Report~

(นางวนิสา [illegible])
[illegible]
ปริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขากรุงเทพ
CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3, Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 12 พฤศจิกายน 2563
เลขที่รายงาน TRBK63/46309
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า สุธาทิพย์ คงกัน
(ข้อมูลจากลูกค้า) 17/15 หมู่ 1 ซ.โฟร์บี (หอพักบ้านพักดี) ถ.เลียบคลองหก ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
รายละเอียดตัวอย่าง สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
(ข้อมูลจากลูกค้า)
รหัสตัวอย่าง BK63/19178-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : สเปรดข้าวสังข์หยดรสมัสมั่น
ภาชนะบรรจุ : ขวดแก้ว ฝาพลาสติก, จำนวน : 2 ขวด, น้ำหนัก/ปริมาตร : 190 มิลลิลิตร/ขวด.
อุณหภูมิ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง 03 พฤศจิกายน 2563
วันที่ทดสอบ 06 พฤศจิกายน 2563 - 11 พฤศจิกายน 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Total Plate Count	2.7×10^2	cfu/g	-	FDA BAM Online, 2001 (Chapter 3)
Yeasts and Molds	<10est.	cfu/g	-	AOAC (2019) 997.02

หมายเหตุ: est : Estimated Counts

~End of Report~

(นางน้อย ทองลือ)
ผู้ช่วยผู้จัดการ
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขากรุงเทพ

CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

ภาคผนวก ง
หหนังสือตอบรับการเผยแพร่

มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น
WESTERN UNIVERSITY
๖๐๐ ตำบลสระองครักษ์ อำเภอท่าเรือจ้าง จังหวัดกาญจนบุรี ๗๑๑๗๐
๖๐๐ SRA-ONGRUA, HUAYRAACHAO, KANCHANABURI ๗๑๑๗๐
TEL. ๐-๓๕๖๕-๑๐๐๐ FAX. ๐-๓๕๖๕-๑๑๑๕ http://www.western.ac.th

ที่ มท.๐๙๐๐/ว.๒๖๑/๒๕๖๓

๓๐ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง รับรองการส่งบทความเข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๖

เรียน นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน

ตามที่มหาวิทยาลัยเวสเทิร์นร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยเนชั่นและวิทยาลัยนอร์ทเทิร์น ได้จัดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๖ ในวันเสาร์ที่ ๖ และวันอาทิตย์ที่ ๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๓ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๗.๐๐ น. ณ อาคารคณะพัฒนาการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น วิทยาเขตวิรัชรหล นั้น

ในการนี้มหาวิทยาลัยเวสเทิร์นในฐานะผู้จัดงานขอรับรองว่าบทความเรื่อง **การศึกษาแนวความคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรด** ได้ผ่านการพิจารณาให้เข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๖ และจะได้ลงตีพิมพ์ในเอกสารรวบรวมบทความต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัคฤดา เกิดประทุม)
รองอธิการบดี

สำนักวิจัยและบริการวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๓๕๖๕-๑๐๐๐ ต่อ ๕๑๑๗

มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเนชั่น และวิทยาลัยนอร์ทเทิร์น
ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน

ได้นำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๑๖
วันที่ ๖ – ๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๓
ณ.อาคารคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น
ให้ไว้ ณ วันที่ ๗ เดือน มิถุนายน พุทธศักราช ๒๕๖๓

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัครดา เกิดประทุม)
รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุธาทิพย์ คงกัน
วัน เดือน ปีเกิด	29 มิถุนายน 2537
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 121/1 ถนนพัฒนาการทุ่งปรัง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช รหัสไปรษณีย์ 80000
การศึกษา	ระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ พ.ศ. 2558 – 2560
เบอร์โทรศัพท์	093-5784713
อีเมล์	suthatip_k@mail.rmutt.ac.th