



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน
Development of Jelly Ready Meal from Stevia

ปัญจพล อะโสต

PANJAPON ASOT

ณัฐนรี ประดิษฐ์

NATNAREE PARDITH

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน
Development of Jelly Ready Meal from Stevia

ปัญญาพล อะโสต

PANJAPON ASOT

ณัฐนรี ประดิษฐ์

NATNAREE PARDITH

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อโครงการพิเศษ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เฮลตี้กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน
(*Stevia rebaudiana* Bertoni)

ชื่อ นามสกุล

ปัญจพล อะโฮต และณัฐนรี ประดิษฐ์

ชื่อปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

ปีการศึกษา

2561

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดวงกมล ตั้งสถิตพร

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงการพิเศษฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง)

..... กรรมการ

(อาจารย์นพพร สุกุลยีนงสุข)

..... กรรมการ

(อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร)

โครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....
(อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร)

หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

วันที่.....๒.....เดือน.....เม.ย..... พ.ศ.๒๕๖๑.....

.....
(อาจารย์ปิยะธิดา สีหะวัฒน์กุล)

คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

วันที่.....๒.....เดือน.....เม.ย..... พ.ศ.๒๕๖๑.....

ชื่อโครงการพิเศษ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)
ชื่อนามสกุล	ปัญญาพล อะโสต และณัฐนรี ประดิษฐ์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 3 มากที่สุด ลักษณะเนื้อสัมผัสเป็นเจลมีความยืดหยุ่น อ่อนนุ่มกำลังดี จากการศึกษาได้เลือกใช้ปริมาณผงหญ้าหวานที่ 4 กรัม เพราะได้ความรู้สึกของสี กลิ่น รสชาติความหวานของหญ้าหวาน ซึ่งสามารถทดแทนน้ำตาลทรายได้ทั้งสูตร และใช้กลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์ ร้อยละ 0.5 ซึ่งสามารถลดกลิ่นเฉพาะของหญ้าหวานลงได้ จากนั้นทำการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพ เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระ มีค่าเท่ากับ 0.54 ± 0.01 มีค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 65.81 ± 0.87 , -0.38 ± 0.12 และ 14.02 ± 1.04 ตามลำดับ มีสีเขียวอ่อน คุณสมบัติทางเคมี โดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน พบว่า เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) มีปริมาณโปรตีน, เส้นใยหยาบ และเถ้า มากกว่า แต่มีปริมาณความชื้นน้อยกว่า และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 10.45 ± 0.00 น้ำตาลรีดิวิซ์ มีค่าเท่ากับ 14.36 ± 0.00 เส้นใยอาหาร (Dietary fiber) มีค่าเท่ากับ 22.10 ± 0.00 และค่าพลังงานในอาหาร มีค่าเท่ากับ $3,120 \pm 0.00$ แคลอรี/กรัม คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ที่ 0 วัน พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ราไม่เกินมาตรฐาน ทำให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบมาก และมีความสนใจที่จะซื้อร้อยละ 79.76

คำสำคัญ : หญ้าหวาน เยลลี่กึ่งสำเร็จรูป

Special project	Development of Jelly Ready Meal from Stevia
Authors	Panjapon Asot and Natnaree Pardith
Degree	Bachelor of Science
Major program	Food Science
Faculty	Home Economics Technology
Academic Year	2018

ABSTRACT

Product development of jelly ready meal from stevia. The purpose of study and processing in jelly ready meal from stevia. The results showed that formulation 3 because had springiness and softness appropriate. Quantity used of stevia 4 gram had sensibility in color, order and flavor for stevia and add apple green flavor was 0.5 percentage because can reduce the specific odor of stevia. The physical respective (a_w) = 0.54 ± 0.01 and attributes were as follows : L^* , a^* , b^* value 65.81 ± 0.87 , -0.38 ± 0.12 , 14.02 ± 1.04 . The chemical analysis of jelly ready meal from stevia compare with basic product attributes were as follows : protein, crud fiber and ash have more than basic product but less valuable moisture content and total sugar = 10.45 ± 0.00 percentage, reducing sugar = 14.36 ± 0.00 percentage, dietary fiber = 22.10 ± 0.00 percentage, energy value $3,120 \pm 0.00$ calorie/gram. The microorganism (TPC) yeast and mold according to the standard. The consumer accept products like very much and interested to buy product are at 79.76 percentage.

Keywords : Stevia, Jelly ready meal

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จร่ว่งไปด้วยดีผู้ศึกษาขอขอบคุณ อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณอาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง และอาจารย์นพพร สุกุลยืนยงสุข ที่สละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบโครงการพิเศษพร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่มอบทุนในโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ในการทำโครงการพิเศษนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

ปัญญาพล อะโสด

ณัฐนรี ประดิษฐ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(8)
สารบัญแผนภาพ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กล้วยข้าว	3
2.2 เยลลี่	6
2.3 คาราจีแนน	8
2.4 อาหารกึ่งสำเร็จรูป	9
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการคืนรูปอาหารผง	9
2.6 การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงระหว่างเก็บรักษา	10
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	16
3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	16
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	17
3.3 สถานที่	26
3.4 ระยะเวลาการดำเนินงาน	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปรายผล	27
4.1 ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากกล้วยข้าว	27
4.2 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากกล้วยข้าว	39

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของอาหารในใบหญ้าหวาน 100 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง)	6
3.1 การผลิตเยลลี่ จำนวน 3 สูตร	18
4.1 เยลลี่สูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร	27
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	29
4.3 คะแนนความชอบเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร	30
4.4 คุณลักษณะของหญ้าหวานก่อนการทำผง และหญ้าหวานแบบผง	30
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของหญ้าหวาน	32
4.6 ลักษณะปรากฏของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานที่แตกต่างกันจำนวน 3 สูตร	33
4.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูป จากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)	35
4.8 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูป จากหญ้าหวาน (แบบผง)	36
4.9 คะแนนความชอบเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน จำนวน 3 สูตร	37
4.10 คะแนนความชอบเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของปริมาณกลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์ จำนวน 3 สูตร	38
4.11 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี โดยเปรียบเทียบเยลลี่ สูตรพื้นฐาน และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)	40
4.12 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ โดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)	41
4.13 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยเปรียบเทียบเยลลี่กึ่งสำเร็จรูป จากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)	43
4.14 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์โดยเปรียบเทียบเยลลี่กึ่งสำเร็จรูป จากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)	44
4.15 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	44
4.16 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูป จากหญ้าหวาน	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.17	ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	47
4.18	สูตรในการทำผลิตภัณฑ์สุดท้ายของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	58
4.19	วัตถุดิบ	65
4.20	บรรจุภัณฑ์	65



สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของโมเลกุลน้ำตาล Stevioside	6
2.2 โครงสร้างของ steviol, stevioside และ rebaudioside A	5
ก.1 สูตรมาตรฐานเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	58
ก.2 ฉลากของผลิตภัณฑ์	61
ก.3 คำแนะนำวิธีทำเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานในกล่อง	62
ก.4 บรรจุภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	62
ก.5 ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	63



สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการทำเยลลี่ สูตรที่ 1	18
3.2 ขั้นตอนการทำเยลลี่ สูตรที่ 2	19
3.3 ขั้นตอนการทำเยลลี่ สูตรที่ 3	19
3.4 แสดงการเตรียมผงหญาหวาน	21
3.5 ขั้นตอนการใช้ผงหญาหวานในผลิตภัณฑ์เยลลี่จากหญาหวาน	22



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์กลุ่มเยลลี่ในท้องตลาดได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มของเด็กจนถึงวัยรุ่น เนื่องจากเยลลี่มีรูปร่างและสีที่สวยงาม มีรสชาติหวานเป็นที่ถูกปาก เยลลี่ที่ขายตามท้องตลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสารแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ผสมกับสารให้ความหวานและสารทำให้เกิดเจล ซึ่งในผลิตภัณฑ์มีส่วนประกอบน้ำตาลที่สูงมากถึง 114 กรัม/ห่อ ถ้าบริโภคในปริมาณที่สูงหรือเป็นประจำ ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคความดันโลหิตสูง (ชรินทร์, 2552) การสำรวจผู้บริโภคที่มีอายุ 12-60 ปี จำนวน 400 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานเยลลี่อ่อนมากที่สุด ส่วนใหญ่รับประทานเยลลี่ 1-2 ครั้งต่อเดือน, ผู้บริโภคถึงร้อยละ 80.5 ซื้อผลิตภัณฑ์ในร้านสะดวกซื้อ, ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 12 ปัจจัย อยู่ในระดับความสำคัญมาก, ผู้บริโภคร้อยละ 96 ให้ความสนใจในผลิตภัณฑ์เยลลี่เพื่อสุขภาพ (ลดาพรรณ, 2558)

หญ้าหวาน ชื่อสามัญ Stevia (สตีเวีย) ใบหญ้าหวานนั้นมีความหวานมากกว่าน้ำตาลถึง 10-15 เท่า แต่เป็นความหวานที่ไม่ก่อให้เกิดพลังงานและที่สำคัญก็คือ สารสกัดที่ได้จากหญ้าหวานที่มีชื่อว่า สตีวิโอไซด์ (Stevioside) มีสรรพคุณทางยาที่สำคัญหลายประการ โดยเฉพาะช่วยลดน้ำตาลในเลือด ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยบำรุงตับอ่อนลดไขมันในเส้นเลือดและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูงและโรคอ้วนได้ แถมยังช่วยสมานแผลทั้งภายนอกและภายในทำให้แผลหายไวขึ้นได้ รวมทั้งทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองมาก (ไมตรี, 2553)

เยลลี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในทุกเพศทุกวัยและสะดวกต่อการบริโภค ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 80 ในผลิตภัณฑ์ ถ้าบริโภคเป็นประจำจะทำให้เกิดโรคตามมาได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษากระบวนการแปรรูปหญ้าหวาน โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ของหวานประเภทเยลลี่ จากสรรพคุณด้านโภชนาการของหญ้าหวานข้างต้น จะเห็นได้ว่าเป็นพืชที่มีคุณประโยชน์มาก ดังนั้นถ้านำหญ้าหวานมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่ได้ เช่นเดียวกับเยลลี่ที่ผลิตจากน้ำตาล จะทำให้ช่วยลดค่าเพิ่มให้แก่หญ้าหวานอีกทางหนึ่ง ในการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพของผู้บริโภคที่ได้ประโยชน์คุณค่าทางโภชนาการของหญ้าหวาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

1.3 ขอบเขตการของการศึกษา

ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปหญ้าหวาน โดยนำหญ้าหวานอบแห้งสำเร็จรูปยี่ห้อ Estevia ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำหญ้าหวานที่อบแห้งมาบดเป็นผง ด้วยเครื่องปั่นของแห้งที่ระดับความแรงเบอร์ 2 เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำหญ้าหวานที่บดเสร็จแล้วมาร่อนด้วยตะแกรงร่อน 212 ไมโครเมตร แล้วนำมาบรรจุเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่หนึ่ง คือ หญ้าหวานผงบรรจุด้วยถุงเยื่อกระดาษ 1 ถุง ส่วนที่สอง คือ ส่วนผสมวัตถุดิบตามสูตรกึ่งสำเร็จรูป 1 ถุง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 4.1 ได้สูตรและกรรมวิธีในการผลิตเยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวานที่เหมาะสม
- 4.2 เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและสามารถลดความเสี่ยงโรคหัวใจ

บทที่ 2

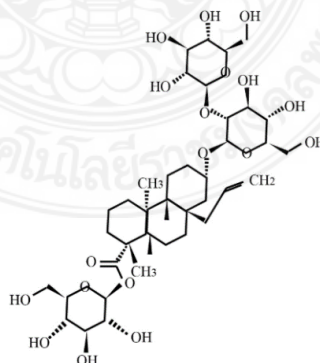
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หญ้าหวาน

หญ้าหวานเป็นพืชที่ให้ความหวานโดยธรรมชาติ ประเทศไทยอนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพร ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง กำหนดรายชื่อพืชหรือส่วนของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพร ประกาศ ณ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 หญ้าหวานมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stevia Rebaudiana* Bertoni หรือที่เรียกสั้นๆว่า Stevia อยู่ในวงศ์ Asteraceae หญ้าหวานเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็กสูงประมาณ 30-90 เซนติเมตร ใบเดี่ยว รูปใบหอกกลับ ขอบใบหยัก มีดอกช่อสีขาว ลักษณะคล้ายต้นโหระพา ชอบอากาศค่อนข้างเย็น อุณหภูมิประมาณ 20-26 องศาเซลเซียส และขึ้นได้ดีเมื่อปลูกในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 600-700 เมตร มีการนำมาปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 โดยพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมคือ ทางภาคเหนือ ใบหญ้าหวานแห้งสกัดด้วยน้ำได้สารหวาน ซึ่งสารหวานเหล่านี้มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150-300 เท่า มีความคงตัวสูงทั้งในตัวทำละลายกรดอ่อน เบสอ่อน และทนความร้อน ได้ถึง 200 องศาเซลเซียส จึงไม่สลายตัวหรือเปลี่ยนแปลงจากความร้อน ในการปรุงอาหารใช้ในปริมาณน้อยไม่มีพิษและปลอดภัยในการบริโภค (มัทนียา, 2558)

2.1.1 สารสกัดบริสุทธิ์จากใบหญ้าหวานหรือสตีวียอลไกลโคไซด์

สารสกัดบริสุทธิ์จากใบหญ้าหวาน เป็นสารประกอบไกลโคไซด์ของสารกลุ่มเตอพินที่เรียกว่า สตีวียอลไกลโคไซด์ มีลักษณะเป็นผงสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน มีความคงตัวสูงในตัวทำละลายกรดอ่อน เบสอ่อน และทนความร้อน



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของโมเลกุลน้ำตาล Stevioside

ที่มา: ศิวาพร (2546)

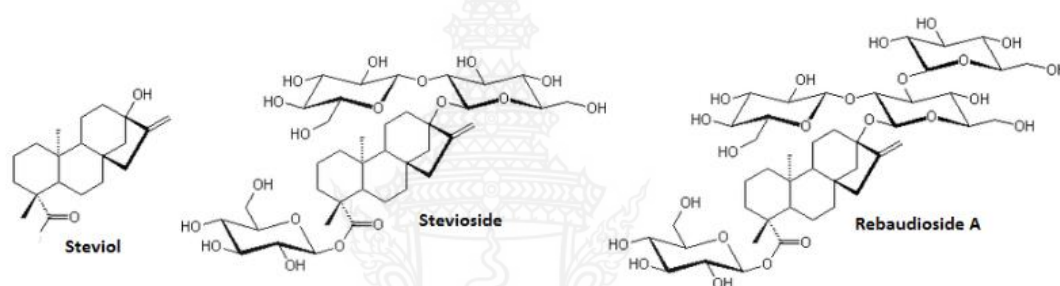
มีการอนุญาตให้ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารทดแทนน้ำตาลในประเทศต่างๆ ไม่น้อยกว่า 30 ประเทศ เช่น ญี่ปุ่น จีน เกาหลี แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาและกลุ่มประเทศในยุโรปอนุญาตให้มีการใช้สารหวานจากหญ้าหวานเป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2554 ตามลำดับ ประเทศไทยโดยกระทรวงสาธารณสุขประกาศอนุญาตให้มีการผลิตและจำหน่ายหญ้าหวานในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2545 (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 262) พ.ศ. 2545 เรื่อง สตีวียอไซด์และอาหารที่มีส่วนผสมของสตีวียอไซด์) และประกาศให้สารสกัดสตีวียอไซด์เป็นวัตถุเจือปนอาหารตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 360) พ.ศ. 2556 เรื่อง สตีวียอไซด์) โดยอ้างอิงข้อมูลของคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตร และองค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA) ซึ่งได้ประเมินและกำหนดค่าความปลอดภัย (Acceptable Daily Intake, ADI) (Rajab, 2009)

2.1.2 โครงสร้างทางเคมีและคุณสมบัติการให้ความหวาน (chemical structure and sweetness property)

Stevioside เป็น diterpenoid glycoside ที่ประกอบด้วย aglycone (steviol) ต่อกับ glucose 3 โมเลกุลนอกจาก stevioside แล้วยังพบสารอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติในการให้ความหวานที่สกัดจากใบของหญ้าหวาน ได้แก่ steviobioside, rebaudioside A, rebaudioside B, rebaudioside C, rebaudioside D, rebaudioside E และ ducoside A สารสกัดเหล่านี้จัดเป็นสาร diterpenoid glycoside มีโครงสร้าง backbone (steviol) เหมือนกันแต่ต่างกันที่ตำแหน่งคาร์โบไฮเดรตที่ C13 และ C19 ดังภาพที่ 2.2

สารสกัดจากใบของหญ้าหวานจะมีสัดส่วนของ stevioside ร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด (total dry weight), rebaudioside A ร้อยละ 2-4 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด, rebaudioside C ร้อยละ 1-2 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด และ ducoside A ร้อยละ 0.4-0.7 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติการให้ความหวานของสาร glycoside เหล่านี้กับน้ำตาลซูโครสพบว่า stevioside ให้ความหวาน 300 เท่า, steviobioside ให้ความหวาน 100-250 เท่า rebaudioside A ให้ความหวาน 250-450 เท่า, rebaudioside B ให้ความหวาน 300-350 เท่า, rebaudioside C ให้ความหวาน 50-120 เท่า, rebaudioside D ให้ความหวาน 250-450 เท่า rebaudioside E ให้ความหวาน 150-300 เท่า และ ducoside A ให้ความหวาน 50-120 เท่าของน้ำตาลซูโครส Stevioside จะถูก hydrolyzed ด้วยแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหารได้เป็น steviol และ glucose stevioside นั้นอาจให้รสขมหรือรสชาติที่แปลกได้บ้าง ซึ่งจะถูกแก้ไขได้โดยการใช้เอนไซม์บางชนิดในการสกัด เช่น pullanase, isomaltase, dextrin

saccharase ส่วนใหญ่แล้ว stevioside ทั้งในรูปของ stevioside และ stevia extract จะถูกใช้เป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทั้งในอาหารและผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ผักดอง อาหารทะเลตากแห้ง ซอสถั่วเหลือง เครื่องดื่ม ลูกอม หมากฝรั่ง โยเกิร์ต ไอศกรีม ยาสีฟัน และน้ำยาบ้วนปาก ในประเทศบราซิล เกาหลี และญี่ปุ่นนั้น stevioside และ stevia extract ได้รับอนุญาตให้เป็น food additive ในขณะที่สหรัฐอเมริกาได้รับอนุญาตให้เป็น food supplement ในขณะที่ปี 2006 องค์กร the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA) ได้พิจารณาให้มี stevioside เป็นองค์ประกอบในอาหารและไม่ควรบริโภคเกิน 5.0 mg/kg body weight ต่อวัน (a temporary accepted daily intake หรือ ADI)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของ steviol, stevioside และ rebaudioside A
ที่มา: Goyal SK (2010)

2.1.3 ประโยชน์ของหญ้าหวาน

2.1.3.1 หญ้าหวานสามารถลดระดับน้ำตาลหลังมื้ออาหาร และแคลอรีจากการบริโภคอาหารทั้งวันเมื่อเทียบกับซูโครส และสามารถลดระดับอินซูลินหลังมื้ออาหารเมื่อเทียบกับทั้งซูโครสและแอสปาเทม

2.1.3.2 หญ้าหวานนอกจากเป็นสารให้ความหวานแล้ว ยังมีคุณสมบัติประโยชน์หลายอย่าง โดยมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของหญ้าหวานได้แก่ฤทธิ์ลดความดันโลหิต ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดฤทธิ์ขับปัสสาวะ ฤทธิ์ต่อต้านการเกิดเนื้องอก (anti-tumor) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Chatsudthipong, 2009)

2.1.4 องค์ประกอบของอาหาร

องค์ประกอบของอาหารในใบหญ้าหวาน แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของอาหารในใบหญ้าหวาน 100 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบของสารอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
Proximate		
ความชื้น	7	กรัม
พลังงาน	270	กิโลแคลอรี
โปรตีน	10	กรัม
ไขมัน	3	กรัม
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	52	กรัม
เถ้า	11	กรัม
ใยอาหาร	18	กรัม
แร่ธาตุ		
แคลเซียม	464.4	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	11.4	มิลลิกรัม
เหล็ก	55.3	มิลลิกรัม
โซเดียม	190.0	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	1,800.0	มิลลิกรัม
สารต้านโภชนาการ (Anti-nutritional factors)		
กรดออกซาลิก	2,295.0	มิลลิกรัม
แทนนิน	0.010	มิลลิกรัม

ที่มา : หทัยชนก, ม.ป.ป.

2.2 เยลลี่

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้น หรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองและผสมกับน้ำตาล ทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข 213/2543)

2.2.1 ประเภทของเยลลี่

ผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

2.2.1.1 เยลลี่ที่รับประทานเป็นอาหารว่าง (dessert jelly) ส่วนใหญ่ใช้คาราจีแนน ทำให้เกิดเจล มีการเติมน้ำตาล กรดซิตริก สารแต่งสีและสารปรุงแต่งกลิ่นรส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีทั้งรสหวานและรสเปรี้ยว ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาด ได้แก่ เยลลี่ตราปิ๊ป อิมพิเรียล

2.2.1.2 เยลลี่ที่รับประทานเป็นขนมหวาน (confectionery jelly) เยลลี่ชนิดนี้มีรสหวาน เพียงอย่างเดียวใช้เจลาติน (gelatin) เป็นสารทำให้เกิดเจล และมีการเติมน้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) ลงไปด้วย ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาด ได้แก่ เยลลี่ตราจอลลี่แบร์ และโยโย่ พบในรูปของวุ้นซึ่งเป็นขนมไทยแบบต่างๆ (จุฬามาศ, 2555)

2.2.2 ส่วนประกอบของเยลลี่

2.2.2.1 สารที่ทำให้เกิดเจล การผลิตเยลลี่สำเร็จรูปในเชิงอุตสาหกรรมมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือกัม (Gums) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล ชนิดของกัมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คาราจีแนน เจลาติน และเพกติน (ศิมาภรณ์, ม.ป.ป.)

2.2.2.2 น้ำตาล เป็นสารที่ให้ความหวานในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ช่วยให้เพกตินตกตะกอน เป็นเจล ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณเพกติน และความเป็นกรดของเนื้อหรือน้ำผลไม้ ชนิดนั้น ถ้าปริมาณเพกตินมากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักของผลไม้มากด้วย ถ้าผลไม้ไม่มีความเป็นกรดสูง (เปรี้ยว) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักผลไม้หรือน้ำผลไม้ ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ไม่ควรมากกว่า 70 องศาบริกซ์ (วัตต์โดยรีแฟคโตมิเตอร์) สารให้ความหวานที่อนุญาตให้ใช้ในเยลลี่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 236-2521 มีหลายชนิดได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose) น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) อินเวิร์ตไซรัป (invert syrup) เดกซ์โตรส (dextrose) ฟรุกโตสไซรัป (fructose syrup) กลูโคสไซรัป (glucose syrup)

2.2.2.3 สารควบคุมความเป็นกรดและควบคุมความเป็นกรดต่าง (acidifying และ pH regulating agents) มีความสำคัญต่อรสของผลิตภัณฑ์และช่วยให้เจลอยู่ตัวมากขึ้น ถ้ามีกรดมากเกินไปจะทำลายความอยู่ตัวของเจลได้ โดยปกติความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเยลลี่อยู่ระหว่าง pH 2.8-3.5 ส่วน pH ที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2 ในการปรับความเป็นกรด-ด่าง ของเยลลี่ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 263-2521 ได้กำหนดสารที่ใช้เพิ่มและควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) กรดแลกติก (lactic acid) กรดฟูมาลิก (fumalic acid) และเกลือโซเดียมโปแทสเซียม

2.2.2.4 สี กลิ่นรส หรือน้ำผลไม้ จะช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะน่ารับประทานเพิ่มขึ้น น้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเยลลี่ต้องเป็นน้ำผลไม้แท้ หรือน้ำสกัดได้จากผลไม้ที่ผ่านการกรอง เพื่อให้ใสปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ และอาจทำให้ข้นโดยการระเหยน้ำออก และน้ำผลไม้หรือน้ำสกัดจากผลไม้ที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

ส่วนประกอบที่สำคัญของเยลลี่ผลไม้ประกอบด้วยน้ำตาล น้ำผลไม้ และสารที่ทำให้เกิดเจล ดังนั้นเยลลี่จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการในด้านพลังงานเป็นส่วนใหญ่ โดยในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม ให้สารอาหารหลัก คือ พลังงาน 273 กิโลแคลอรี มีปริมาณเกลือแร่ และวิตามินเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นวุ้นกะทิ มีคุณค่าด้านไขมันเพิ่มขึ้น หรือวุ้นสังขยามีคุณค่าด้านโปรตีนเพิ่มขึ้น (จุฑามาศ, 2555)

2.2.3 เยลลี่อ่อน

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติ หรือสมุนไพรมาคั้นหรือสกัดแล้ว ผสมกับสารให้ความหวานและสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน คาราจีแนน วุ้น ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะกึ่งแข็ง อาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบ อื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญชาติ สมุนไพรเคี้ยวให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสมอาจ แต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดได้สนิท (จุฑามาศ, 2555)

2.2.3.1 คุณลักษณะที่ต้องการ

- 1) ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นก้อนวุ้น และคงรูปเมื่อเทออกจากภาชนะบรรจุ
- 2) สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และสม่ำเสมอ
- 3) กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
- 4) ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องนุ่ม หย่นตัวไม่แข็งกระด้าง

2.3 คาราจีแนน

คาราจีแนน เป็นโพลแซคคาไรด์ซัลเฟตที่สกัดจากสาหร่ายทะเลสีแดง แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ แคปปา (κ , **K**), ไอโอตา (ι , **I**) และแลมดา (λ , **L**) คาราจีแนนทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเทอร์ไฟด์ด้วยกรดซัลฟูริกที่ตำแหน่งและระดับแตกต่างกัน

2.3.1 สมบัติของคาราจีแนน

คาราจีแนนจะขึ้นอยู่กับประจุลบของหมู่ซัลเฟตที่อยู่ในโมเลกุลเป็นสำคัญ และยังแตกต่างกันในคาราจีแนนแต่ละชนิด คาราจีแนนละลายได้ดี และมีความคงตัวที่ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7 ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 7 ความคงตัวจะลดลง คาราจีแนนสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้สำหรับแคปปา และไอโอตาคาราจีแนน มีสมบัติในการเกิดเจล (นิธิยา, 2539) เมื่อคาราจีแนนอยู่ในรูปสารละลายในน้ำจะมีโครงสร้างเป็น random coil ขณะเย็นตัวลงจะเกิดโครงสร้าง double helices เมื่อปล่อยให้เย็นลงจะเกิดเป็นโครงสร้าง 3 มิติ โดยโพลีเมอร์แต่

ละลายจะรวมตัวเข้ามาใกล้กันและเกิดเป็น junction point ซึ่งเมื่อเกาะรวมกันมากขึ้นจะทำให้เกิดการแข็งตัวเป็นเจล

2.3.2 ประโยชน์ของคาราจีแนน

ใช้สำหรับเพิ่มความหนืดในเครื่องดื่ม เช่น นม เต้าหู้นม นมถั่วเหลือง เยลลี่ ไอศกรีม และเป็นการเพิ่มเนื้อหรือปริมาณในไส้กรอก อาหารสัตว์ (นิธิยา, 2539)

2.4 อาหารกึ่งสำเร็จรูป

อาหารกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง อาหารที่ผ่านกรรมวิธี และปรุงแต่งมาบ้างแล้วใช้รับประทานหลังจากผ่านวิธีการอย่างง่าย ๆ และใช้เวลาสั้น โดยการเติมน้ำร้อน การต้ม หรือการเติมอาหารอื่นลงไป ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการดำรงชีวิตในปัจจุบันตกอยู่ในภาวะที่ต้องเร่งรีบแข่งกับเวลา ทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมอาหารเพื่อรับประทาน ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูปจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะใช้เวลาในการเตรียมไม่นาน และกรรมวิธีในการปรุงก็ไม่ยุ่งยาก ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 210 พ.ศ. 2543 เรื่อง กำหนดให้อาหารกึ่งสำเร็จรูป (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2558)

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการคืนรูปอาหารผง

การคืนรูปของอาหารผง หมายถึง การดูดน้ำกลับคืนของอาหารผง เพื่อเข้าสู่สภาพเดิมคล้ายก่อนการทำแห้ง คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ผงที่ละลายน้ำได้ทันที (instant powder) ควรจะมีลักษณะ คือ พื้นที่ในการเปียกน้ำปริมาณมาก (wettability) ทำให้ความสามารถในการจมตัว (sinkability) และความสามารถในการกระจายตัว (dispersibility) ดีขึ้นส่งผลให้เกิดการละลายน้ำ (solubility) ที่ดีตามมา ซึ่งเป็นการต้านการตกตะกอน นอกจากนี้ความสามารถในการคืนตัว (reconstitution) ยังขึ้นกับการจับตัวกับน้ำอีกด้วย

2.5.1 ความสามารถในการเปียกน้ำ (wettability)

ความสามารถของอนุภาคของผงในการดูดซับน้ำบนพื้นผิวของอนุภาค คุณสมบัติดังกล่าวขึ้นกับขนาดและองค์ประกอบทางเคมีของผิวอาหาร อาหารที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักสูง ซึ่งการเปียกน้ำมักจะมีแนวโน้มจับตัวกันเป็นก้อนแน่น โดยภายในยังคงมีผงอาหารที่แห้งอยู่ทำให้น้ำซึมผ่านได้ลำบาก และอัตราการเปียกน้ำต่ำ ดังนั้นการเพิ่มขนาดอนุภาคโดยนำผงมารวมกันอย่างหลวมๆ (agglomeration) จะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำผ่านช่องว่างระหว่างอนุภาคได้ดี

2.5.2 ความสามารถในการจมตัว (sinkability)

ความสามารถของผงในการจมลงไปในน้ำ หลังจากผงเกิดการดูดซับน้ำบนพื้นผิวของอนุภาค และถูกกระทบโดยความหนาแน่นของอนุภาค ความสามารถในการจมตัวของอนุภาคในน้ำขึ้นกับขนาด และความหนาแน่นของอาหารผง โดยพบว่าขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่า และมีความหนาแน่นมากกว่า จะจมตัวอย่างรวดเร็วกว่าอนุภาคขนาดเล็ก และเบาสำหรับอนุภาคที่มีอากาศภายในหรือมีโครงสร้างที่โปร่งจะมีความสามารถในการจมตัวได้ช้าหรือน้อยกว่า เนื่องจากอนุภาคมีความหนาแน่นและน้ำหนักที่เบา ซึ่งจะลอยที่ผิวน้ำ

2.5.3 ความสามารถในการกระจายตัว (dispersability)

ความสามารถของผงในการกระจายตัว โดยไม่เกิดเป็นก้อน อาหารจะละลายในน้ำได้ดี จะต้องกระจายตัวในน้ำได้ดีด้วย อาหารที่จะกระจายตัวได้ขึ้นกับพื้นผิว (surface) และความหนาแน่น (bulk density) ของอนุภาค แต่ถ้าอาหารรวมกันเป็นก้อนใหญ่การกระจายตัวจะเกิดขึ้นน้อยลง

2.5.4 ความสามารถในการละลาย (solubility)

อัตราการละลาย หรือความสามารถในการละลายทั้งหมด ขึ้นกับส่วนประกอบทางเคมี ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่นของอนุภาค และสถานะทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิในการละลาย การกระจายตัวในน้ำ และการละลาย ตามลำดับ สมบัติทั้ง 4 ประการนี้จะมีผลต่อการคั้นรูปของอาหารผง ซึ่งสมบัติเหล่านี้จะต้องสมดุลกัน ถ้าสมบัติประการใดเปลี่ยนแปลงไป พฤติกรรม การคั้นรูปของอาหารนั้นจะเปลี่ยนไปด้วย ทั้งนี้สมบัติบางอย่างที่กล่าวถึง เช่น ขนาดของอนุภาค และความหนาแน่น อุณหภูมิ ความหนืด ปริมาณของแข็ง ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการฉีกพัน เป็นผล เช่น ชนิดของหัวฉีด ความดัน หรือ ความเร็วที่ใช้ นอกจากจะมีผลต่อการคั้นรูปแล้วยังส่งผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังนั้นการปรับสภาวะเหล่านี้ให้เหมาะสมจะทำให้อาหารแห้งที่ได้มีการคั้นรูปที่ดีขึ้น (เทวรัตน์, 2555)

2.6 การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงระหว่างเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงของอาหารระหว่างเก็บรักษามีความสำคัญในการบ่งชี้คุณภาพของอาหารว่ายังคงมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ซึ่งในด้านผู้บริโภคจะเป็นการรับรู้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ และใช้ในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ส่วนด้านผู้ผลิตจะใช้ประเมินคุณภาพของอาหารที่ผลิต และใช้ประกอบการแสดงอายุการเก็บบนฉลาก หรือเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันกฎหมายบังคับให้ผู้ผลิตต้องแสดงวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ด้วย ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอาหารในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ด้วย โดยอาจประเมินภายใต้สภาวะต่างๆ เช่น บรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษา และการจัดจำหน่าย ซึ่งเมื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงระหว่างเก็บก็สามารนำข้อมูลดังกล่าวมา

ปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมได้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์สามารถ แบ่งออกเป็น 3 ปัจจัย คือ

2.6.1 ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์อาหารผงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวสูง เนื่องจากมีปริมาณความชื้นต่ำ แต่น้ำตาลเป็นองค์ประกอบที่ดูดความชื้น แม้จะมีปริมาณความชื้นเพียงเล็กน้อยก็อาจทำให้เกิดการเกาะตัวกันของผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากสมบัติเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) ของน้ำตาลที่มีโมเลกุลต่ำที่ทำให้ค่าอุณหภูมิกลาสทรานซิชัน (T_g) ลดลง จึงทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นก้อนของผลิตภัณฑ์ผง

2.6.2 สภาพแวดล้อมที่ผลิตภัณฑ์ได้รับระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะการเก็บรักษาเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของอาหาร เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ สภาวะเร่ง และแสง โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์จะถูกเก็บในสภาวะควบคุมในระหว่างการเก็บรักษา และนำผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มาทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด โดยจะพบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดอัตราการเสื่อมเสีย เมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ เช่น การเปลี่ยนแปลงค่าสี ความสามารถในการไหล ความสามารถในการละลาย ดังนั้นอุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของอาหารผงโดยตรง นอกจากนี้ยังพบความชื้น ออกซิเจน และแสงก็มีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์

2.6.3 ภาชนะบรรจุ

การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทมวลและความร้อนเข้าสู่ภาชนะบรรจุ โดยการแพร่ของสารผ่านผิวของภาชนะบรรจุเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังอาจต้องพิจารณาความต้านทานต่อการเจาะผ่านของแมลงผ่านบรรจุภัณฑ์

2.6.3.1 เมทัลไลต์พอยล์ (metalized cast polypropylene film, M-CPP) เป็นบรรจุภัณฑ์พลาสติกพอลิโพรพิลีนที่เคลือบด้วยไอของโลหะ สำหรับการป้องกันการแพร่ผ่านของความชื้น ออกซิเจน สารหอมระเหย ก๊าซชนิดอื่นๆ รวมไปถึงสารระเหยให้กลิ่น และยังมีคุณสมบัติที่ดีในการป้องกัน

2.6.3.2 พอลิเอทิลีน (polyethylene: PE) เป็นพลาสติกที่มีความยืดหยุ่นดี มีทั้งแบบอ่อน และแบบแข็งได้แก่ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene: LDPE) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (linear low density polyethylene: LLDPE) และพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene: HDPE) พอลิเอทิลีนที่มีความหนาแน่นต่ำจะมีความต้านทานการกัดกร่อนดี กันความชื้นได้ดี ความแข็งแรงต่ำ และมีความยืดหยุ่นสูง นิยมใช้ในการผลิตขวดน้ำ และพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นเมื่อเทียบ

กับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ จะมีคุณสมบัติเหนือกว่าคือ ทนสารเคมี ทนแรงดึง แรงทิ่มทะลุ ทนฉีกขาด ยืดตัวดี และปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดีกว่าพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ สำหรับพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงเป็นกลุ่มที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะรับแรงกระแทกได้ดี น้ำหนักเบา ดูดซับความชื้นน้อย มีความแข็งแรงสูง ไม่เป็นพิษ สามารถใช้บรรจุอาหารได้ (พรรณจิรา, 2545)

2.6.4 คุณสมบัติสำคัญของบรรจุภัณฑ์ที่ควรพิจารณา

2.6.4.1 การซึมผ่านของก๊าซ (gas permeability) โดยอัตราการซึมผ่านของก๊าซ เป็นปัจจัยในการเลือกชนิดของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งกำหนดมาจากชนิดของผลิตภัณฑ์ อายุการเก็บรักษาและสถานะที่ต้องการเก็บรักษา โดยทั่วไปเมื่อต้องการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันก๊าซได้ดีมาก ควรเลือกบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุที่มีค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนไม่เกิน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 1 ตารางเมตรต่อ 1 บรรยากาศต่อ 24 ชั่วโมง ซึ่งค่าอัตราการซึมผ่านของก๊าซจะแตกต่างกันตามคุณสมบัติของฟิล์มพลาสติกที่ต่างกันตามกฎของฟิค (Fick's Law) และกฎเฮนรี (Henry's Law) โดยได้แสดงผลของ อุณหภูมิต่ออัตราการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนของฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีและนิยมใช้ใน อุตสาหกรรมอาหาร

2.6.4.2 อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (water transmission rate, WVTR) กรณีที่ต้องการบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันไอน้ำได้ดี ควรพิจารณาบรรจุภัณฑ์ที่มีค่า WVTR ไม่เกิน 4-6 มิลลิลิตรต่อ 1 ตารางเมตรต่อ 24 ชั่วโมง

2.6.4.3 การปิดผนึกด้วยความร้อน (heat sealability) ผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุโดยระบบ Gas Exchange Packaging นิยมใช้ภาชนะบรรจุที่สามารถปิดผนึกได้ด้วยความร้อนที่มากที่สุด เนื่องจากสามารถปิดผนึกได้สนิทแน่นดีมากที่สุด รวมถึงป้องกันการผ่านเข้าออกของกลิ่น ก๊าซ ไอน้ำ และจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด การปิดผนึกทำได้ง่ายเครื่องมือที่ใช้ราคาไม่แพง และใช้เวลาปิดผนึกสั้นมาก ดังนั้นวัสดุที่นิยมใช้กับการบรรจุแบบแลกเปลี่ยนก๊าซจึงประกอบด้วยฟิล์มหลายชั้น โดยแต่ละชั้นจะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป เช่น การซึมผ่านของกลิ่น ก๊าซและไอน้ำ ป้องกันแสงหรือเป็นชั้นสำหรับการพิมพ์ (พรรณจิรา, 2545)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลาวัลย์ (2539) การพัฒนาเยลลี่ผลไม้เสริมใยอาหารจากแป้งบุก เพื่อทดแทนการบริโภคจากผักและผลไม้ ซึ่งเด็กมักไม่ชอบรับประทาน เมื่อสำรวจความต้องการของเด็กวัยเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 117 คน พบว่า เยลลี่ผลไม้ที่เด็กชอบ รับประทานมากที่สุด คือ เยลลี่รสองุ่น ส้มและสตรอเบอรี่ ตามลำดับ แต่จากข้อจำกัดด้านวัตถุดิบ จึงทำการพัฒนาเยลลี่รส้ม กำหนดปริมาณใยอาหารและวิตามินซี ร้อยละ 10 ของปริมาณที่เด็กวัยเรียนควรได้รับในแต่ละวัน

พบว่า สามารถใช้แป้งบุกได้ ร้อยละ 3.5 ส่วนกรรมวิธีการผลิตพบว่า ต้องผสมส่วนที่เป็นของแห้งต่างๆ ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมลงในน้ำร้อนคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จึงเติมส่วนที่เหลือจากนั้นจึงบรรจุในหลอดพลาสติกชนิดทนความร้อนอย่างหนาและผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธีสเตอริไลซ์ ที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 16 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเจลลี่สีส้มมีขึ้นของสับประรดกระจายทั่วไป มีกลิ่นรสของส้มมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มเหนียว ความหวาน 36 องศาบริกซ์ และปริมาณกรด ร้อยละ 0.41 นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ปริมาณการบริโภครวม 100 กรัม หรือ 3 ชั้นมีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ คือ พลังงาน 212 กิโลแคลอรีปริมาณใยอาหารทั้งหมด 3.34 กรัม ร้อยละ 16.71, แคลเซียม 72.92 มิลลิกรัม ร้อยละ 9.12 และวิตามินซี 11.62 มิลลิกรัม ร้อยละ 23.24 เมื่อทดสอบความชอบ พบว่า ความชอบอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก และอายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30, 20 และ 5 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาการยอมรับเนื้อสัมผัสสามารถเก็บได้นาน 4, 12 และ 62 วัน ตามลำดับ

สุธาสิณี (2543) การศึกษาการใช้แป้งบุกร่วมกับคาราจีแนน โดยแปรอัตราส่วนของแป้งบุกต่อคาราจีแนนเป็น 50:50, 60:40 และ 70:30 แปรปริมาณของสารผสมเป็น ร้อยละ 2 และ 3 (w/w) พบว่า เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกผสมคาราจีแนนในอัตราส่วน 60:40 ที่ระดับ ร้อยละ 3 (w/w) จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีได้คะแนนใกล้เคียงกับอุดมคติของผู้บริโภค จากนั้นนำมาศึกษาปริมาณกรดซิตริกที่เหมาะสมโดยแปรปริมาณกรดเป็น ร้อยละ 0, 0.3, 0.5, และ 0.7 (w/w) และศึกษาชนิดของน้ำตาล คือ ซูโครสและฟรุกโทส ปริมาณที่เหมาะสมแปรเป็น ร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 (w/w) พบว่า เยลลี่แป้งบุกผสมคาราจีแนน 60:40 ที่ระดับ ร้อยละ 3 (w/w) เติมน้ำตาลฟรุกโทส ร้อยละ 30 (w/w) และปริมาณกรด ร้อยละ 0.3 (w/w) จะให้ลักษณะที่ดีที่สุด ส่วนในเยลลี่แป้งบุกผสมแซนแทนกัม 60:40 ที่ระดับ ร้อยละ 3 (w/w) พบว่า การเติมน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 30 (w/w) และกรด ร้อยละ 0 (w/w) จะให้ลักษณะที่ดี เมื่อนำเยลลี่แป้งบุกผสมที่ได้มาศึกษาการใช้น้ำผักผลไม้ คือ น้ำกระเจี๊ยบน้ำแครอท และน้ำฝรั่ง ทดแทนน้ำที่เติม พบว่า เยลลี่ที่ใช้แป้งบุกร่วมกับคาราจีแนนในน้ำฝรั่งได้รับคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้ 1 สัปดาห์ และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้มากกว่า 4 สัปดาห์โดยไม่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นในทุกด้านที่ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ($p > 0.05$) และยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เนตรนภาพร และคณะ (2545) ศึกษาการผลิตเยลลี่เห็ดหูหนูขาวและเห็ดหูหนูดำ โดยนำเห็ดหูหนูขาวและเห็ดหูหนูดำ ต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที ผสมกับน้ำอุ่นในปริมาณน้ำต่อเห็ดหูหนูเท่ากับ 2:1, 3:1 และ 4:1 แล้วนำมากรองเพื่อแยกชิ้นเนื้อปรับ pH ด้วยกรดซิตริกให้อยู่ในช่วง 2.8-3.5 ทำการระเหยน้ำด้วยหม้อตุ๋น โดยเติมน้ำตาลทราย ร้อยละ 60 และ 70 ละลายเป็นน้ำเชื่อม หลังจากนั้นเติมกลูโคสไซรัป ร้อยละ 30 และ 40 จนมีลักษณะเหนียว

เติมเจลาติน ร้อยละ 8, 9 และ 10 เมื่อเจลเซ็ทตัวหยอดเยลลี่ลงแม่พิมพ์ และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และการยอมรับ พบว่า เยลลี่ที่หตุหนุขาวปริมาณน้ำต่อหตุหนุ 1:3 น้ำตาลทราย ร้อยละ 70 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 30 และเจลาติน ร้อยละ 8 ได้รับความยอมรับมากที่สุด ส่วนเยลลี่ที่หตุหนุดำปริมาณน้ำต่อหตุหนุ 1:3 น้ำตาลทราย ร้อยละ 70 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 30 และเจลาติน ร้อยละ 9 ได้รับความยอมรับมากที่สุด เมื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่ามีค่าสีเท่ากับ 2.5Y/8/2 (สีเหลือง) ค่าแรงตัดเท่ากับ 1.708 kgf/mm. มีความชื้น ร้อยละ 1.64 น้ำตาลรีดิทซ์ ร้อยละ 0.30 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 510 cfu/กรัม ส่วนเยลลี่ที่หตุหนุดำมีค่าสีเท่ากับ 2.5Y/7/4 (สีเหลืองเข้มเล็กน้อย) ค่าแรงตัดเท่ากับ 1.812 kgf/mm. มีความชื้น ร้อยละ 1.96 น้ำตาลรีดิทซ์ ร้อยละ 0.33 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 420 cfu/กรัม

วทันยา (2555) ศึกษาวิธีการสกัดสารให้ความหวานจากใบหญ้าหวาน โดยนำใบหญ้าหวานแห้งไปสกัดสารให้ความหวานด้วยน้ำ ในอัตราส่วนใบหญ้าหวานแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1:35 (w/v) แปรอุณหภูมิการสกัดที่ 25 องศาเซลเซียสและ 65 องศาเซลเซียสสกัดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ระเหยแห้งด้วย rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสความดัน 70 mbar ให้อยู่ในรูปของไซรัป จากนั้นนำไปวิเคราะห์สารให้ความหวานสติวิโอไซด์ไซรัป ได้แก่ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (%Yield) ค่าสี (L^* , a^* , b^* value) โดยใช้เครื่อง Colorimeter (รุ่น MiniScan, HunterLab, USA.) ค่าของแข็งละลายน้ำ (total soluble solids; TSS) ด้วย Refractometer (รุ่น PAL- α , ATAGO, Japan) รายงานผลเป็นองศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix) และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu's reagent ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Kim และคณะ (2002) สารละลายตัวอย่างความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐานรายงานผลเป็นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (กรัมกรดแกลลิกต่อ 100 กรัม) และทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสหวาน รสขม กลิ่นรสใบหญ้าหวาน และการยอมรับโดยรวมวิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) ให้คะแนนแบบ 7 point scoring test วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย(LSD) ของข้อมูลทุกระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรม SAS

วิวัฒนา (2547) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอ้กัข้าวกลิ้งหอมมะลิสำเร็จรูป จากการศึกษากรรมวิธีการผลิตไอ้กัข้าวกลิ้งหอมมะลิสำเร็จรูป พบว่า การหุงข้าวกลิ้งหอมมะลิแบบไม่ใช้น้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และมีอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ : น้ำ เท่ากับ 1:1.25 จะให้น้ำหนักข้าวหุงสุกสูงมีลักษณะดี เหมาะสมต่อการที่จะนำไปผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ระยะห่างลูกกลิ้ง 0.04 นิ้ว ความเร็วรอบ 0.5 รอบ/นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นเกล็ดสีขาว และมีจุดสีน้ำตาลของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว

กลัองหอมมะลิกระจายปะปนอยู่ ซึ่งทำให้มีกลิ่นหอมเหมาะสมต่อการนำไปทำผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกลัองหอมมะลิสำเร็จรูป ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมมีคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของโจ๊กสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มีค่าความชื้น ร้อยละ 7.93, โปรตีน ร้อยละ 17.94, คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 66.89, ไขมัน ร้อยละ 2.20 เส้นใยอาหาร ร้อยละ 4.26, เถ้า ร้อยละ 0.78 และมีค่า $a_{sub}(w)$ เท่ากับ 0.48 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคคือ *Bacillus cereus* และพบ *Coliform* ในปริมาณ LT 3 MPN/g

ภัทธาภรณ์ (2548) การศึกษาเยลลี่มะเกี๋ยงที่สกัดได้จากผลมะเกี๋ยง วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และหาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ พบว่า ในส่วนของเนื้อและเมล็ดมะเกี๋ยง มีสารออกฤทธิ์ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คือ Resveratrol Catechol Rutin (quercetin 3-D rutinoside) Gallic acid และ Tannic acid เมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์กัมมีมะเกี๋ยงไม่สามารถวิเคราะห์สารออกฤทธิ์เหล่านี้ได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำตาลสูงแต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์นี้น่าจะเหมาะกับผู้ที่ต้องการพลังงานเป็นหลักเพราะมีพลังงานเฉลี่ย 307.20 แคลอรีต่อกัมมี 100 กรัม มีปริมาณวิตามิน B1 วิตามิน B2 พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเยลลี่ คือ ปริมาณผงบุกผสมคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 เติมในปริมาณ ร้อยละ 1 ของส่วนผสมทั้งหมดผลิตภัณฑ์มีสีแดงเหลืองที่มีค่าสี L^* a^* และ b^* เป็น 10.23 +7.29 และ +1.93 ตามลำดับมีค่าแรงกด 0.24 นิวตันอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด 41:10 นำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในจังหวัดลำปางจำนวนไม่น้อยกว่า 100 คน พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับชอบปานกลางรายงานด้านการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารต้านอนุมูลอิสระในพืชมีหลายรายงานมากมายแต่จะขอนำมากล่าวพอสังเขปดังนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ทำเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

3.1.1.1 เยลลี่สตอเบอร์รี่ ยี่ห้อ เบสท์ฟูด

3.1.1.2 น้ำสตอเบอร์รี่เข้มข้น ยี่ห้อ มาลี

3.1.1.3 คาราจีแนน ยี่ห้อ FOODCHEM

3.1.1.4 หญ้าหวานอบแห้งสำเร็จรูป ยี่ห้อ Estevia ชาสมุนไพรใบหญ้าหวานชนิดใบ
อบแห้ง ร้อยละ 100

3.1.1.5 น้ำเปล่า

3.1.1.6 กลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์ ยี่ห้อ Value Industrial

3.1.1.7 กรดซิตริก

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

3.1.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAS รุ่น V11P3

3.1.2.2 เครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) ยี่ห้อ BINDER รุ่น WBT 09-04077

3.1.2.3 เครื่องปั่น (VITAMIX) ยี่ห้อ DIRNK MACHINE รุ่น VM 0104

3.1.2.4 ถาดอะลูมิเนียมขนาด 16×25 นิ้ว

3.1.2.5 ถ้วย

3.1.2.6 ช้อน

3.1.2.7 หม้อ

3.1.2.8 ทัพพี

3.1.3 เครื่องมือวิเคราะห์ทางกายภาพที่ใช้ในการตรวจเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

3.1.3.1 เครื่องวัดสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICAL MINOLTA
รุ่น CM-3500d

3.1.3.2 เครื่องวัดตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) ยี่ห้อ AQUALAR รุ่น SERIES PE
06069336B

3.1.3.3 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด (Moisture Determination Balance)
ยี่ห้อ Sartorius รุ่น D-620

3.1.3.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) Satorius AQ รุ่น PB-10

3.1.4 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ที่ใช้ในการตรวจเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

3.1.4.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115

3.1.4.2 หม้อความดัน (Autoclave) ยี่ห้อ Sanyo รุ่น lado Autoclave

3.1.4.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

3.1.4.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA) สำหรับวิเคราะห์เชื้อรา และยีสต์

3.1.4.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

3.1.4.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Sulphate Broth สำหรับวิเคราะห์ *E.coli*

3.1.4.7 จานเพาะเชื้อ

3.1.4.8 ปีเปต

3.1.4.9 หลอดทดลอง

3.1.4.10 ปีกเกอร์

3.1.4.11 แอลกอฮอล์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

3.2.1.1 ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่

ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์เยลลี่ และคัดเลือกสูตรพื้นฐานเพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน โดยการศึกษาสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) เพื่อหาสูตรที่ดีที่สุดแสดง ดังตารางที่ 3.1 นำไปขึ้นรูปและจัดเสิร์ฟแบบเย็น

ตารางที่ 3.1 การผลิตเยลลี่ จำนวน 3 สูตร

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)		
	1	2	3
เจลาติน	8.10	-	-
คาราจีแนน	-	7.00	7.00
น้ำตาล	79.20	150.00	250.00
น้ำสตอเบอร์รี่เข้มข้น	-	450.00	300.00
กลี้นสตอเบอร์รี่	1.50	-	-
น้ำเปล่า	240.00	393.00	443.00
กรดซิตริก	1.00	0.40	0.40

ที่มา : สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากผลิตภัณฑ์ ก (นิรนาม, ม.ป.ป.)

สูตรที่ 2 เยลลี่ผลไม้รวม (กรมจัดหางานและกระทรวงแรงงาน, 2553)

สูตรที่ 3 เยลลี่สตอเบอร์รี่ (จุฬามาศ, 2555)

เติมน้ำลงในหม้อ 240 กรัม แล้วต้มให้เดือด



เติมน้ำตาลทราย กลี้นสตอเบอร์รี่ และเจลาตินที่บรรจุรวมกัน

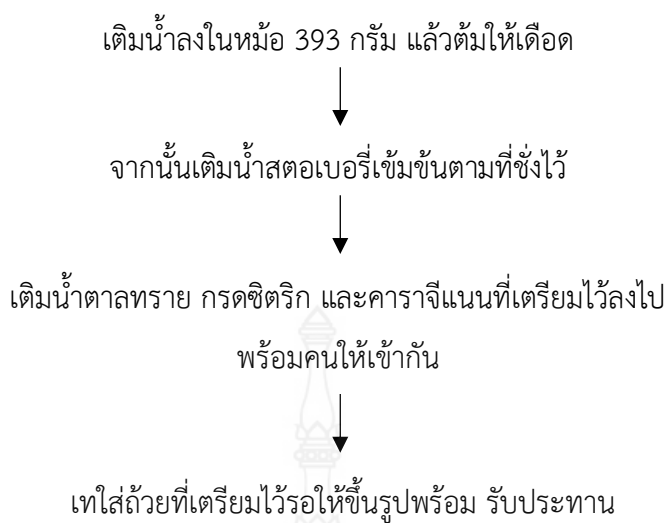
พร้อมคนให้เข้ากัน



เทใส่ถ้วยที่เตรียมไว้รอให้ขึ้นรูปพร้อม รับประทาน

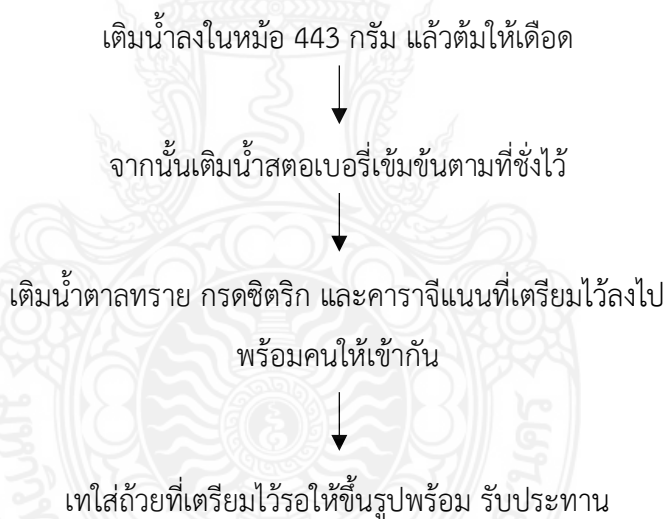
แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำเยลลี่ สูตรที่ 1

ที่มา : ดัดแปลงจากผลิตภัณฑ์ ก (นิรนาม, ม.ป.ป.)



แผนภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำเยลลี่ สูตรที่ 2

ที่มา : เยลลี่ผลไม้รวม (กรมจัดหางานและกระทรวงแรงงาน, 2553)



แผนภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำเยลลี่ สูตรที่ 3

ที่มา : เยลลี่สตอเบอร์รี่ (จุฬามาศ, 2555)

1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1) ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ AQUALAB SERIES PE 06069336B รุ่น CX3TE เตรียมเยลลี่ที่ขึ้นรูปแล้ว มาใส่กระปุกหมุนป้อนไปที่ READ รอเครื่องร้องและไฟสีเขียวกระพริบ ดูที่ผลหน้าจอทำการวัด 3 ครั้ง แล้วจดบันทึก

1.2) ตรวจวัดสี โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOTA รุ่น CM-3500d เตรียมเยลลี่ที่ขึ้นรูปแล้ว จากนั้นวัดการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง ค่าที่ทำการวัด ได้แก่ ค่าสี L^* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความมืดดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a^* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b^* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.1) วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง (pH meter) Satorius AQ รุ่น PB-10 โดยปรับค่ามาตรฐานในแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 4.0, 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้ง

2.2) วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solid, %TSS) ด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์ (Hand Refractometer) ใช้สเกล 0-30° Brix โดยนำผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรพื้นฐานมาวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้โดยส่องผ่านแสงแล้วอ่านค่าที่ได้

3) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จัดเสิร์ฟตัวอย่างโดยนำเยลลี่สตอเบอร์รี่มาขึ้นรูปโดยใช้แก้วช็อคและจัดเสิร์ฟแบบเย็น ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทดสอบชิมจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

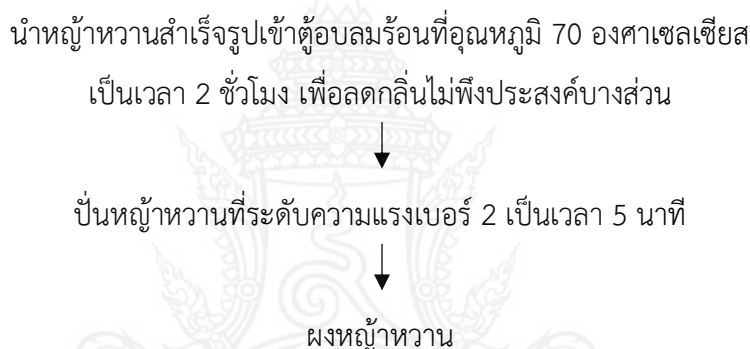
3.2.1.2 การเตรียมหญ้าหวาน

1) การเตรียมหญ้าหวานชนิดใบ

นำหญ้าหวานอบแห้งสำเร็จรูป ยี่ห้อ Estevia ชาสมุนไพรใบหญ้าหวาน ชนิดใบอบแห้งร้อยละ 100 มาทำการวิเคราะห์ผลทางกายภาพหาค่าเริ่มต้นของใบหญ้าหวานก่อนกระบวนการทำแห้งเป็นผง เพื่อนำไปใช้ในการผลิตเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

- 1.1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ
 - 1.1.1) ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.1)
 - 1.1.2) ตรวจวัดสี ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.2)
- 1.2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี
 - 1.2.1) ปริมาณความชื้นในอาหาร โดยเครื่องวัดความชื้น (Moisture Balance) โดยชั่งตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ในเครื่องวัดความชื้น ผลออกมาเป็นร้อยละของปริมาณความชื้น
- 2) การเตรียมหญาหวานชนิดผง

นำหญาหวานจากชนิดใบข้อ 1) มาคัดเลือกเฉพาะใบของหญาหวาน จากนั้นนำหญาหวานมาทำเป็นผง เพื่อใช้ในการผลิตเยลลี่จากหญาหวาน ดังภาพที่ 3.4



แผนภาพที่ 3.4 การเตรียมผงหญาหวาน

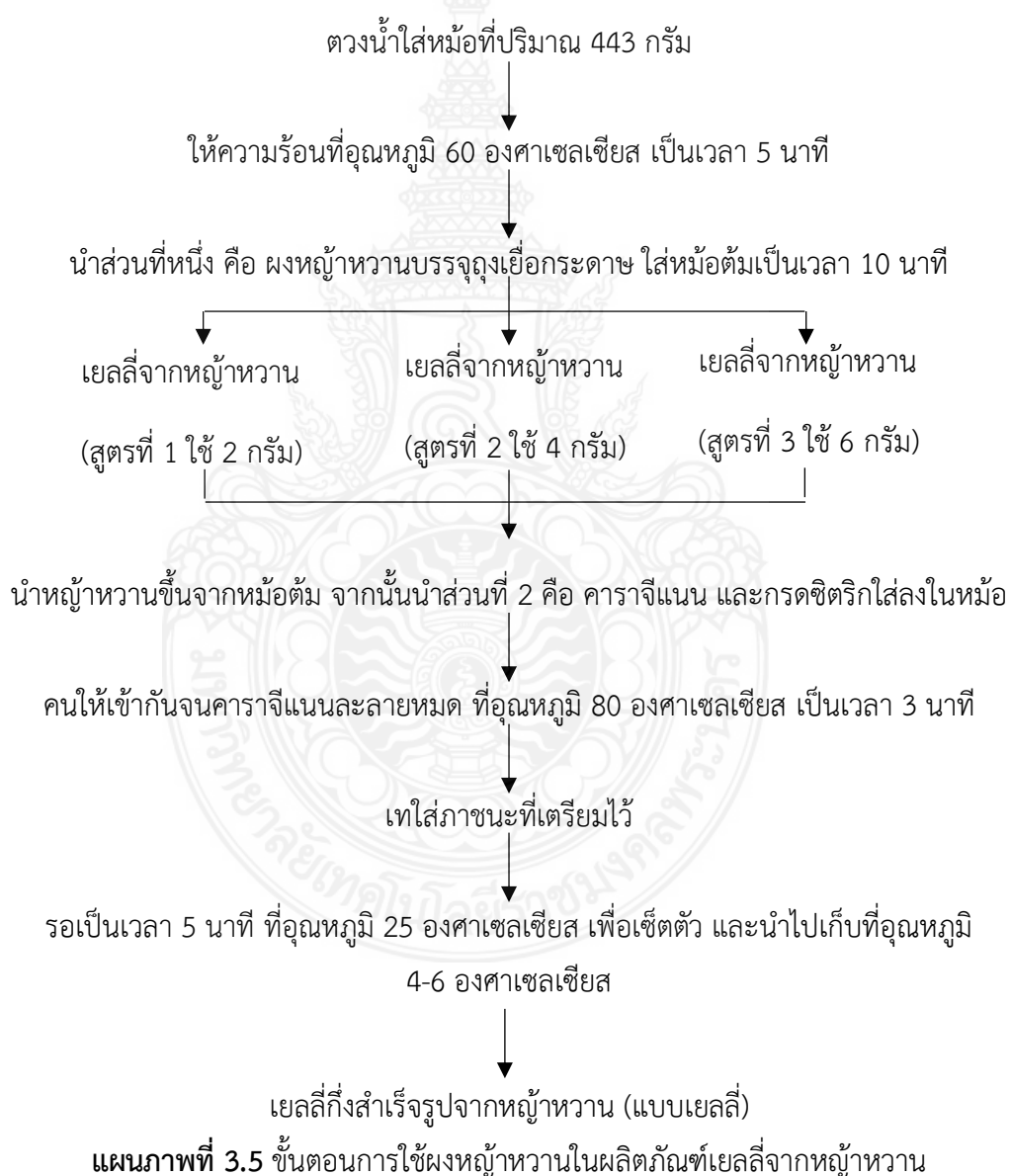
ที่มา : ดัดแปลงจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ (สุนันทา, 2556)

- 2.1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ
 - 2.1.1) ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.1)
 - 2.1.2) ตรวจวัดสี ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.2)
 - 2.2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี
 - 2.2.1) ปริมาณความชื้นในอาหาร ดังข้อ 3.2.1.2 (ข้อ 1.2.1)
- 3.2.1.3 ศึกษาปริมาณหญาหวานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญาหวาน
- นำสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุดจากข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 3) มาพัฒนาสูตรการใช้หญาหวาน เพื่อให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญาหวาน ซึ่งในส่วนผสมประกอบด้วยน้ำตาล 250 กรัม และน้ำผลไม้เข้มข้น 300 กรัม ซึ่งส่วนผสมดังกล่าวเป็นส่วนผสมที่มีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ผู้วิจัยจึงนำหญาหวานมาทดแทนส่วนผสมที่มีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ซึ่งหญาหวานมีสารที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150-300 เท่า (มัทนียา, 2558) เมื่อเทียบ

ปริมาณน้ำตาลทรายกับปริมาณหญ้าหวาน พบว่า ควรใช้หญ้าหวาน 5.5 กรัม จึงให้ความหวานใกล้เคียงกับความหวานจากน้ำตาล ผู้วิจัยจึงเริ่มศึกษาปริมาณหญ้าหวานที่ 2, 4 และ 6 กรัม ตามลำดับ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) โดยนำไปขึ้นรูปโดยใช้แก้วช้อน และจัดเสิร์ฟแบบเย็น ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส ดังแผนภาพที่ 3.5 โดยนำมาบรรจุเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่หนึ่ง คือ หญ้าหวานผงบรรจุด้วยถุงเยื่อกระดาษ 1 ถุง

ส่วนที่สอง คือ ส่วนผสมวัตถุดิบตามสูตรกึ่งสำเร็จรูป 1 ถุง



1) การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)

1.1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1.1) ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.1)

1.1.2) ตรวจวัดสี ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.2)

1.2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1.2.1) วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 2.1)

1.2.2) วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมด

ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 2.2)

2) การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)

2.1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

2.1.1) ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.1)

2.1.2) ตรวจวัดสี ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.2)

2.2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.2.1) ปริมาณความชื้นในอาหาร ดังข้อ 3.2.1.2 (ข้อ 1.2.1)

3) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จัดเสิร์ฟตัวอย่างโดยนำเยลลี่ที่ขึ้นรูปจากแบบผงโดยใช้แก้วช้อนตวงและจัดเสิร์ฟแบบเย็น ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากนั้นมาทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทดสอบชิมจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความคงตัว) และความชอบโดยรวม ซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT)

3.2.1.4 การศึกษาการแต่งกลิ่นสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

จากแบบสอบถามภาคผนวกหน้า 92 และ 93 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พร้อมเลือกสูตรที่ดีที่สุดของการใช้ปริมาณหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน โดยใช้แบบทดสอบกลิ่นสังเคราะห์ควบคู่กับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส และมีการเลือกให้ใช้กลิ่นแอปเปิ้ล องุ่น และกีว จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบมีข้อเสนอแนะให้แต่งกลิ่นแอปเปิ้ลลงในผลิตภัณฑ์มากที่สุด ผู้วิจัยจึงศึกษาการแต่งกลิ่นแอปเปิ้ลลงในผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน โดยเริ่มศึกษาการแต่งกลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์

ที่ปริมาณ ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ตามลำดับ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) โดยนำไปขึ้นรูปและจัดเสิร์ฟแบบเย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งปริมาณกลิ่นสังเคราะห์ตรงตามมาตรฐานกำหนด ปริมาณที่ใช้ไม่ควรเกิน ร้อยละ 10 ของน้ำหนัก ตามข้อกำหนด (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2556)

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังข้อ 3.2.1.3 (ข้อ 3)

3.2.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ในผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

นำผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน สูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุดจากข้อ 3.2.1 มีทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์ มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์

3.2.2.1 ศึกษาคุณสมบัติในผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวานโดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน และเยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)

1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1) ตรวจวัดตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.1)

1.2) ตรวจวัดสี ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.2)

2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.1) องค์ประกอบทางเคมี โดยประมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ตามวิธีการของ (AOAC, 2004)

2.2) วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 2.1)

2.3) วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมด ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 2.2)

3) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ทำการเก็บตัวอย่างเยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวานชนิดเซ็ทตัวเป็นเยลลี่แล้ว 5 กรัม โดยเก็บที่ 0 วัน มาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และ PDA ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) <10 คือจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มผช.518/2547) ปริมาณยีสต์รา <10 CfU/g คือ จำนวนยีสต์ราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มผช.519/2547)

3.2.2.2 ศึกษาคุณสมบัติในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานโดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง

1) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1.1) ตรวจวัดตรวจวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.1)

1.2) ตรวจวัดสี ดังข้อ 3.2.1.1 (ข้อ 1.2)

2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.1) องค์ประกอบทางเคมี โดยประมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ตามวิธีการของ (AOAC, 2004)

2.2) ปริมาณความชื้นในอาหาร ดังข้อ 3.2.1.2 (ข้อ 2.1)

2.3) ตรวจวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมด และน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Copper reduction

2.4) ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (Dietary fiber) โดยวิธี Enzymatic-gravimetric method

2.5) วัดค่าพลังงานในอาหาร ด้วยเครื่อง Bomb calorimeter

3) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ทำการเก็บตัวอย่างเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานชนิดผง 5 กรัม โดยเก็บที่ 0 วัน มาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และ PDA ตามลำดับ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (cfu/กรัม) ปริมาณยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคลนิต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค 264/2556)

3.2.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

นำเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบผง มาขึ้นรูปเป็นเยลลี่จัดเสิร์ฟตัวอย่างแบบเย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยนำเยลลี่ที่ขึ้นรูปแล้วเทลงถ้วย ถ้วยละ 10 กรัม เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน โดยใช้แบบสอบถามผู้บริโภค จำนวน 100 คน ในวัยรุ่นและคนที่รักสุขภาพ ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ด้านความพึงพอใจจากการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ในด้านความชอบโดยรวมนำผลมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละ

3.3 สถานที่

3.3.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 522, 621 และ 1401

3.3.2 เชิงทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4 ระยะเวลาการดำเนินงาน

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ 1 สิงหาคม 2561 – 12 กุมภาพันธ์ 2562



บทที่ 4




ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

4.1.1 ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่

ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตของผลิตภัณฑ์เยลลี่ และคัดเลือกสูตรพื้นฐาน โดยการศึกษาสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร นำไปขึ้นรูปเป็นเยลลี่และจัดเสิร์ฟแบบเย็น โดยเยลลี่สูตรพื้นฐานรสสตอเบอร์รี่มีลักษณะที่แตกต่างกัน จำนวน 3 สูตร ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เยลลี่สูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

ผลิตภัณฑ์เยลลี่	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
 สูตรที่ 1	มีสีแดงเข้มใส	มีกลิ่นสตอเบอร์รี่	มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเหลวและคั้นตัวได้ง่าย
 สูตรที่ 2	มีสีชมพูอ่อน	มีกลิ่นสตอเบอร์รี่	มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มเกินไประยะพักไม่คงรูป
 สูตรที่ 3	มีสีชมพูพีช	มีกลิ่นสตอเบอร์รี่	มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกำลังดีไม่เหลวจนเกินไป เวลาพักคงรูป

4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเยลลี่สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีความแตกต่างกัน เนื่องจากมีการใช้เจลาตินและคาราจีแนนแตกต่างกัน ซึ่งเจลาตินเป็นไฮโดรคอลลอยด์เป็นพวกโปรตีน และคาราจีแนนเป็นพอลิแซ็กคาไรด์เป็นพวกคาร์โบไฮเดรตทำให้เจลาตินและคาราจีแนนมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ซึ่งสูตรที่ 3 มีปริมาณค่าปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด รองลงมาเป็นสูตรที่ 2 และ 1 ตามลำดับ เนื่องจากสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ใช้คาราจีแนนเป็นส่วนผสมจึงทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าสูตรที่ 1 เนื่องจากคาราจีแนนมีความอุ้มน้ำสูงกว่าเจลาติน และปริมาณน้ำในส่วนผสมตามสูตรก็เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำอิสระสูงขึ้นตามไปด้วย (พิมพ์เพ็ญ, 2556) ด้านค่าสีผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรพื้นฐานมีค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 3 มีค่าความสว่างมากที่สุด รองลงมา คือ สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 1 ตามลำดับ เนื่องจากสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของน้ำเปล่ามากที่สุด อีกปัจจัยหนึ่งคือผงเจลาตินและคาราจีแนนมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างลดลง เนื่องจากเจลาตินและคาราจีแนนมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นไฮโดรคอลลอยด์และพอลิแซ็กคาไรด์ (พิมพ์เพ็ญ, 2556) ซึ่งสูตรที่ 1 มีปริมาณเจลาตินมากที่สุดจึงทำให้มีค่าความสว่างน้อยที่สุด และมีสีแดงใส สูตรที่ 2 มีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองมากที่สุด และมีผลิตภัณฑ์สีชมพูอ่อน เนื่องจากมีปริมาณน้ำสตอเบอร์รี่ในสูตรมากที่สุด

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร พบว่า สูตรที่ 1 แตกต่างจาก สูตรที่ 2 และ 3 แต่ สูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกัน โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง สูตรที่ 1 มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากที่สุด เนื่องจากในส่วนผสมไม่มีน้ำผลไม้เป็นส่วนประกอบ แต่มีการใช้ปริมาณกรดซิตริกที่มากที่สุด จึงทำให้เนื้อสัมผัสมีลักษณะค่อนข้างเหลวและคั้นตัวได้ง่าย ต่างกับสูตรที่ 2 และ 3 ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า เนื่องจากในสูตรน้ำสตอเบอร์รี่เข้มข้นและกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบ จึงทำให้เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกำลังดีไม่เหลวจนเกินไป เวลาตัดรับประทานคงรูป เพราะการขึ้นรูปของเยลลี่ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดต่าง ด้านค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 3 มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลมากที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 และ 1 ตามลำดับ เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลในสูตรน้อยกว่า และเยลลี่สูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตรซึ่งมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เป็นไปตามมาตรฐานเยลลี่เหลวกำหนด ซึ่งไม่ควรมีค่าสูงกว่า 70 องศาบริกซ์ (วัดโดย refractometer) (จุฑามาศ, 2555)

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี	ผลการวิเคราะห์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ทางกายภาพ			
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.84 ± 0.01^b	0.88 ± 0.01^a	0.89 ± 0.01^a
ค่าสี			
- L*	24.78 ± 1.66^c	57.34 ± 0.17^b	62.76 ± 0.11^a
- a*	14.71 ± 2.17^c	38.36 ± 0.13^a	33.19 ± 0.06^b
- b*	2.32 ± 0.28^c	18.83 ± 0.17^a	13.82 ± 0.05^b
ทางเคมี			
ค่าเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.88 ± 0.03^a	2.38 ± 0.02^b	2.42 ± 0.02^b
ค่าปริมาณของแข็ง	18.01 ± 0.00^c	20.01 ± 0.00^b	29.01 ± 0.00^a
ทั้งหมดที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix)			

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 4.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูตรที่ 3 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากมีลักษณะที่เป็นเยลลี่ที่ไม่มีการคืนรูปและไม่มีน้ำอยู่ด้านบนเยลลี่ ส่วนด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่า สูตรที่ 2 และ 3 มีคะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากมีคาราจีแนนเป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีคุณสมบัติเนื้อสัมผัสที่ดี ไม่เหลวเป็นน้ำ และมีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่าสูตรที่ 1 จึงทำให้มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกำลังดี ไม่เหลวจนเกินไป ซึ่งแตกต่างจากสูตรที่ 1 ใส่เจลาติน จึงทำให้เยลลี่มีเนื้อสัมผัสที่เหลวเป็นน้ำ ไม่มีความคงตัว เนื่องจากมีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า จึงทำลายความคงตัวของเจล ส่งผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เกิดการเหลวเป็นน้ำ ส่วนด้านสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้ง 3 สูตร อยู่ในระดับชอบปานกลาง เนื่องจากในสูตรมีกลิ่นสตอเบอร์รี่และน้ำสตอเบอร์รี่เข้มข้นอยู่ในส่วนผสม ส่งผลให้เยลลี่สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มีสีแดงใสและสีชมพูอ่อนที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 มาทำการศึกษาต่อไป เพราะมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกำลังดี ไม่เหลวเป็นน้ำ

ตารางที่ 4.3 คะแนนความชอบเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบสูตรพื้นฐาน		
	1	2	3
ลักษณะที่ปรากฏ	6.72 ± 1.47 ^c	7.34 ± 1.27 ^b	7.82 ± 1.00 ^a
สี ^{ns}	7.32 ± 1.44	7.48 ± 0.95	7.72 ± 0.90
เนื้อสัมผัส	6.32 ± 1.72 ^b	7.22 ± 1.48 ^a	7.64 ± 1.19 ^a
ความชอบโดยรวม	6.74 ± 1.35 ^b	7.30 ± 1.40 ^a	7.74 ± 1.26 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.2 ผลการศึกษาการเตรียมหย้าหวาน

ตารางที่ 4.4 คุณลักษณะของหย้าหวานชนิดใบก่อนการทำผง และหย้าหวานแบบผง

หย้าหวาน	ลักษณะปรากฏ
 <p>หย้าหวานชนิดใบ</p>	ลักษณะเป็นใบเขียว ยาว เป็นใบอบแห้ง สีเขียว แตกต่างจากหย้าหวานชนิดผงที่มีสีเข้มกว่า
 <p>หย้าหวานชนิดผง</p>	ลักษณะเป็นผงละเอียด สีเขียว แตกต่างจากหย้าหวานชนิดใบที่มีสีอ่อนกว่า เนื่องจากผ่านกระบวนการทำผงที่มีการนำก้านออก และผ่านกระบวนการให้ความร้อน

4.1.2.1 ผลการศึกษาการเตรียมหญ้าหวานชนิดใบและหญ้าหวานชนิดผง

นำหญ้าหวานอบแห้งสำเร็จรูป ยี่ห้อ Estevia ชาสมุนไพรใบหญ้าหวานชนิดใบอบแห้ง ร้อยละ 100 มาทำการวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมี เพื่อหาค่าเริ่มต้นของใบหญ้าหวานก่อนกระบวนการทำผง

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของหญ้าหวานชนิดใบ และหญ้าหวานชนิดผง พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยหญ้าหวานชนิดใบมีสูงกว่าหญ้าหวานผง เนื่องจากหญ้าหวานชนิดผงได้ผ่านกระบวนการอบลมร้อน จึงทำให้ปริมาณน้ำบางส่วนระเหยออก แต่หญ้าหวานทั้ง 2 ชนิดมีค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นไปตามมาตรฐานกำหนดของแห้ง คือ ควรต่ำกว่า 0.6 (พิมพ์เพ็ญ, 2557) ส่วนค่าสีหญ้าหวานชนิดใบเมื่อเทียบกับหญ้าหวานชนิดผง จะมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองน้อยกว่าหญ้าหวานชนิดผง เนื่องจากหญ้าหวานชนิดผงได้ผ่านกระบวนการนำก้านออกและผ่านกระบวนการให้ความร้อน จึงทำให้หญ้าหวานชนิดผงมีสีที่อ่อนลงหรือสว่างมากกว่าหญ้าหวานชนิดใบ และมีค่าสีเขียวที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเป็นหญ้าหวานชนิดเดียวกันจึงมีสีเขียวใกล้เคียงกัน ซึ่งมีส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ที่เหมือนกันทำให้สีของหญ้าหวานชนิดใบและหญ้าหวานชนิดผง มีสีเขียวไม่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของหญ้าหวานชนิดใบ และหญ้าหวานชนิดผง พบว่า มีค่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากหญ้าหวานชนิดใบ และหญ้าหวานชนิดผงมาจากใบหญ้าหวานยี่ห้อเดียวกัน ซึ่งปริมาณความชื้นขึ้นอยู่กับน้ำที่มีอยู่ในใบหญ้าหวานที่ยึดติดอยู่ในโครงสร้างของใบหญ้าหวาน จึงเป็นสาเหตุให้ปริมาณความชื้นของหญ้าหวานชนิดใบและหญ้าหวานชนิดผง มีค่าปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ซึ่งหญ้าหวานชนิดใบ และหญ้าหวานชนิดผงเป็นไปตามมาตรฐานของแห้ง คือ ปริมาณความชื้นของแห้งควรต่ำกว่า ร้อยละ 15 (พิมพ์เพ็ญ, 2557)

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของหญ้าหวาน

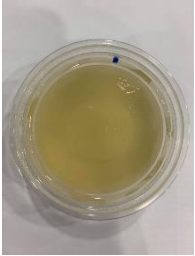
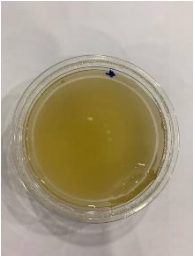

คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี	คุณสมบัติทางกายภาพ	
	หญ้าหวานชนิดใบ	หญ้าหวานชนิดผง
ทางกายภาพ		
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.52 ± 0.03^a	0.29 ± 0.01^b
ค่าสี		
- L^*	42.56 ± 0.56^b	57.58 ± 0.40^a
- a^{*ns}	-1.08 ± 0.17	-1.08 ± 0.17
- b^*	20.49 ± 0.56^b	32.10 ± 0.07^a
ทางเคมี		
ค่าปริมาณความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)	5.66 ± 0.01	5.62 ± 0.01

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.3 ผลการศึกษาปริมาณหญ้าหวานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

นำสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุด จากข้อ 4.1.1.2 มาพัฒนาสูตรการใช้หญ้าหวาน เพื่อให้ ความหวานแทนน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ซึ่งในส่วนผสมประกอบด้วย น้ำตาล 250 กรัม และน้ำผลไม้เข้มข้น 300 กรัม ซึ่งส่วนผสมดังกล่าวเป็นส่วนผสมที่มีน้ำตาลใน ผลิตภัณฑ์เยลลี่ ผู้วิจัยจึงนำหญ้าหวานมาทดแทนส่วนผสมที่มีน้ำตาลทรายทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ซึ่งหญ้าหวานมีสารที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150-300 เท่า (มัทนียา, 2558) เมื่อเทียบปริมาณน้ำตาลทรายกับปริมาณหญ้าหวาน พบว่า ควรใช้หญ้าหวาน 5.5 กรัม จึงให้ความหวานใกล้เคียงกับความหวานจากน้ำตาลทราย โดยมีลักษณะปรากฏแสดง ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ลักษณะปรากฏของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานที่แตกต่างกันจำนวน 3 สูตร

ปริมาณหญ้าหวานผง	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
 2 กรัม	มีสีเขียวอ่อนใส	มีกลิ่นเฉพาะของ หญ้าหวานบ้าง เล็กน้อย	เนื้อเจลนุ่มกำลังดี
 4 กรัม	มีสีเขียวอ่อนใส แต่เข้มขึ้น	มีกลิ่นเฉพาะของ หญ้าหวานเล็กน้อย	เนื้อเจลนุ่มกำลังดี
 6 กรัม	มีสีเขียวใส เข้มที่สุด	มีกลิ่นเฉพาะของ หญ้าหวานเล็กน้อย	เนื้อเจลนุ่มกำลังดี

4.1.3.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) ที่มีการใช้ปริมาณผงหญ้าหวานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณผงหญ้าหวานที่เพิ่มขึ้น ทำให้หญ้าหวานที่อยู่ในเยลลี่ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไฟเบอร์มีความอุ้มน้ำจึงทำให้ปริมาณน้ำอิสระสูง ส่วนในด้านค่าสี พบว่าค่าความสว่าง และค่าสีเขียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เพราะเมื่อผ่านกระบวนการขึ้นรูปแล้ว เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานจะมีสีเขียวอ่อนใสใกล้เคียงกันทั้ง 3 สูตร

แต่มีผลต่อค่าสีเหลือง เนื่องจากเมื่อใส่ปริมาณผงหญ้าหวานมากขึ้น ทำให้ค่าสีเหลืองมากขึ้นเช่นกัน เพราะสีเขียวและสีเหลืองเป็นสีโทนใกล้เคียงกัน และสีธรรมชาติของผงหญ้าหวานมีสีเขียวขี้ม้าอ่อน และเมื่อนำไปขึ้นรูปเป็นเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแล้ว ทำให้ที่สีเขียวอ่อนปนเหลืองเล็กน้อยตามปริมาณหญ้าหวานที่เพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) จากตารางที่ 4.7 ที่มีการใช้ปริมาณผงหญ้าหวานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เพราะปริมาณผงหญ้าหวานเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และมีค่าที่เหมาะสม จึงทำให้น้ำอิมัลชันของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกำลังดี ไม่เหลวจนเกินไป และหญ้าหวานมีสารสกัดชื่อว่า สารสติวิโอไซด์ ซึ่งเป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลและไม่สร้างพลังงาน หรือมีส่วนประกอบของกลูโคสต่ำจะไม่ถูกย่อยเป็นพลังงานแก่ร่างกาย จึงทำให้ทั้ง 3 สูตรมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากัน (มัทนียา, 2548)

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) ที่มีการใช้ปริมาณผงหญ้าหวานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าปริมาณความชื้น เพิ่มขึ้น เนื่องจากในผงหญ้าหวานมีปริมาณน้ำอิสระและความชื้นอยู่แล้ว จึงส่งผลให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระและความชื้นสูงขึ้น และปริมาณความชื้นทั้ง 3 สูตร เป็นไปตามมาตรฐานของแห่งควรต่ำกว่าร้อยละ 15 (พิมพ์เพ็ญ, 2557) ส่วนในด้านค่าสีพบว่า มีผลต่อค่าความสว่างลดลง เนื่องจากปริมาณผงหญ้าหวานเป็นสีเขียวขี้ม้าอ่อน ซึ่งเป็นโทนสีมืดปนกับส่วนผสมของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปอย่างอื่นซึ่งเป็นโทนสีขาว ดังนั้นสีของผลิตภัณฑ์จึงมีสีเขียวขี้ม้าอ่อนปนขาวเข้มที่สุด แต่ค่าสีเขียว และสีเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เพราะค่าสีเขียว และค่าสีเหลืองมาจากผงหญ้าหวานชนิดเดียวกันมีสีเขียวอ่อน จึงทำให้ค่าสีไม่มีความแตกต่างกัน

การเปรียบเทียบของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง มีการใช้ปริมาณผงหญ้าหวานเพิ่มขึ้น พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในผงหญ้าหวานมีปริมาณน้ำอิสระและความชื้นอยู่แล้ว จึงส่งผลให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระและความชื้นสูงขึ้นในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจาก
หญ้าหวาน (แบบเยลลี่)

คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี	ผลการวิเคราะห์ปริมาณการใช้หญ้าหวาน		
	2 กรัม	4 กรัม	6 กรัม
ทางกายภาพ			
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.88 ± 0.00^b	0.88 ± 0.00^b	0.89 ± 0.00^a
ค่าสี			
- L ^{*ns}	19.15 ± 1.30	19.04 ± 0.03	18.97 ± 0.30
- a ^{*ns}	-1.33 ± 0.03	-1.35 ± 0.16	-1.40 ± 0.09
- b [*]	2.91 ± 0.19^b	4.09 ± 0.08^a	4.17 ± 0.05^a
ทางเคมี			
วัดความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	3.53 ± 0.01	3.58 ± 0.01	3.60 ± 0.01
ปริมาณของแข็งที่ ละลายในน้ำได้ ^{ns} ($^{\circ}$ Brix)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)

คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี	คุณสมบัติทางกายภาพ		
	2 กรัม	4 กรัม	6 กรัม
ทางกายภาพ			
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.56 ± 0.00^b	0.56 ± 0.00^b	0.58 ± 0.00^a
ค่าสี			
- L^*	68.04 ± 0.03^a	65.81 ± 0.87^b	63.40 ± 0.30^c
- a^{*ns}	-0.20 ± 0.08	-0.38 ± 0.12	-0.54 ± 0.03
- b^{*ns}	13.90 ± 0.19	14.02 ± 1.04	14.17 ± 0.05
ทางเคมี			
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	9.25 ± 0.23^b	10.02 ± 0.06^a	10.00 ± 0.11^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 4.9 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานจำนวน 3 สูตร มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูตรที่ 1 และ 2 มากที่สุด อยู่ในระดับปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากมีลักษณะโดยรวมของเยลลี่มีสีเขียวใสที่นำกินไม่เข้มจนเกินไป ด้านสี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนสูตรที่ 2 มากที่สุด อยู่ในระดับปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากมีสีเขียวที่ไม่อ่อนและไม่เข้มจนเกินไป มีกลิ่นของหญ้าหวานเล็กน้อยแตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 3 โดยสูตรที่ 1 มีสีเขียวอ่อนใสเกินไป ความหวานของหญ้าหวานน้อยกว่า และสูตรที่ 3 มีสีเขียวเข้มที่สุด ความหวานของหญ้าหวานหวานมากที่สุด และมีกลิ่นรสเฉพาะของหญ้าหวานค่อนข้างแรง ด้านเนื้อสัมผัส (ความคงตัว) พบว่า ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากค่าปริมาณกรด-ด่าง (จากตารางที่ 4.7) ส่งผลต่อความคงตัวของ การเกิดเจลของเยลลี่ และไม่คืนตัวได้ง่าย ด้านความชอบโดยรวม พบว่า สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบมากที่สุด อยู่ในระดับปานกลางถึงชอบมากซึ่งมีความแตกต่างจากสูตรที่ 1 ที่มีคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด เนื่องจากมีความหวานและกลิ่นรสที่น้อยที่สุด ไม่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 2 มาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่

กิ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน เนื่องจากสูตรที่ 2 มีความหวานที่เหมาะสมที่สุด และมีกลิ่นรสเฉพาะของหญ้าหวานพอดีกับผลิตภัณฑ์เยลลี่กิ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ตารางที่ 4.9 คะแนนความชอบเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เยลลี่กิ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบสูตรปรับปริมาณหญ้าหวาน (กรัม)		
	2	4	6
ลักษณะปรากฏ	7.56 ± 0.99 ^a	7.58 ± 0.93 ^a	7.12 ± 0.92 ^b
สี	7.38 ± 1.10 ^b	7.74 ± 0.78 ^a	7.02 ± 0.84 ^c
กลิ่น	6.65 ± 1.00 ^b	7.90 ± 0.89 ^a	6.62 ± 0.90 ^b
กลิ่นรส	6.65 ± 1.05 ^b	7.94 ± 0.81 ^a	6.54 ± 0.86 ^b
รสชาติ	6.40 ± 1.18 ^b	8.06 ± 0.84 ^a	6.40 ± 1.11 ^b
เนื้อสัมผัส (ความคงตัว) ^{ns}	7.04 ± 1.01	7.20 ± 1.03	7.30 ± 1.16
ความชอบโดยรวม	7.04 ± 1.09 ^b	7.40 ± 0.90 ^a	7.20 ± 0.95 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.4 ผลการศึกษาการแต่งกลิ่นสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กิ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

จากแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พร้อมเลือกสูตรที่ดีที่สุดของการใช้ปริมาณหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์เยลลี่กิ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน จากนั้นให้ทดสอบเลือกว่าควรแต่งกลิ่นสังเคราะห์หรือไม่ ถ้าควรแล้วควรแต่งกลิ่นสังเคราะห์ผลไม้อะไรดี จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบมีข้อเสนอแนะให้แต่งกลิ่นแอปเปิ้ลลงในผลิตภัณฑ์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70 ผู้วิจัยจึงศึกษาการแต่งกลิ่นแอปเปิ้ลลงในผลิตภัณฑ์เยลลี่กิ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานโดยเริ่มศึกษาการแต่งกลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์ที่ปริมาณ ร้อยละ 0.3, 0.4 และ 0.5 ตามลำดับ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2556)

4.1.4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 4.10 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปหวาน โดยแต่งกลิ่นสังเคราะห์ปริมาณที่แตกต่างกันจำนวน 3 สูตร พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 3 มากที่สุด คือ ด้านสี กลิ่น และกลิ่นรส อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ซึ่งมีความแตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 2 เนื่องจากยังมีกลิ่นและกลิ่นรสของหญ้าหวานอยู่ ซึ่งปริมาณกลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์น้อยจนเกินไป ทำให้ดับกลิ่นของหญ้าหวานได้ไม่มาก ถ้าใส่กลิ่นมากกว่า ร้อยละ 0.5 จะมีผลทำให้มีกลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์ที่แรงจนเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานมีกลิ่นฉุน ส่วนด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความคงตัว) และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากสูตรที่นำมาแต่งกลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์นั้น ได้มาจากสูตรที่ดีที่สุด จากข้อ 4.1.3.2 ซึ่งกลิ่นไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านดังกล่าว ดังนั้น จึงเลือกสูตรที่ 3 มาศึกษาการยอมรับผู้บริโภค และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีต่อไป เนื่องจากสูตรที่ 3 มีกลิ่น กลิ่นรสที่ดี และสามารถดับกลิ่นรสเฉพาะของหญ้าหวานได้มากที่สุด

ตารางที่ 4.10 คะแนนความชอบเฉลี่ยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของปริมาณกลิ่นแอปเปิ้ลสังเคราะห์ จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	คะแนนความชอบสูตรปรับปริมาณกลิ่น (ร้อยละ)		
	0.3	0.4	0.5
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.62 ± 0.95	7.42 ± 1.05	7.64 ± 0.85
สี	7.66 ± 1.12 ^a	7.34 ± 1.08 ^b	7.44 ± 0.95 ^{ab}
กลิ่น	7.14 ± 1.34 ^b	7.40 ± 1.28 ^{ab}	7.66 ± 1.17 ^a
กลิ่นรส	6.34 ± 1.70 ^{ab}	6.24 ± 1.61 ^b	6.64 ± 1.31 ^a
รสชาติ ^{ns}	6.22 ± 1.95	6.00 ± 1.73	6.36 ± 1.65
ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความคงตัว) ^{ns}	6.82 ± 1.72	6.62 ± 1.63	6.80 ± 1.69
ความชอบโดยรวม ^{ns}	6.76 ± 1.72	6.60 ± 1.62	6.78 ± 1.36

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

นำผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน จำนวน 3 สูตร นำสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติ ทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์

4.2.1 ศึกษาคุณสมบัติในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานโดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)

จากตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) ที่มีการใช้ผงหญ้าหวาน ส่งผลให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ค่าสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการใช้ผงหญ้าหวานมีสีออกโทนมืดกว่า ซึ่งเกิดจากสีธรรมชาติของผงหญ้าหวานมีสีเขียวคล้ำ ส่งผลให้ค่าความสว่าง ค่าสีเขียว และค่าสีเหลืองมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเยลลี่สูตรพื้นฐาน เนื่องจากคลอโรฟิลล์ในผงหญ้าหวาน แต่สูตรพื้นฐานมีสีชมพูพีช ซึ่งเป็นโทนสว่างกว่า ส่งผลให้มีค่าสีที่มากกว่า

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในทุกด้านของคุณสมบัติทางเคมี โดยมีการใช้ผงหญ้าหวานแทนการใส่น้ำตาลทรายทั้งสูตร ส่งผลให้ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ และเถ้า ที่มากกว่า เนื่องจากในสูตรมีผงหญ้าหวานสามารถเป็นยาระบาย ลดอาการท้องผูก สำหรับไฟเบอร์ชนิดที่ไม่ละลายน้ำจะเข้าไปทำหน้าที่เหมือนเป็นตัวกระตุ้นระบบขับถ่าย ช่วยให้ลำไส้บีบตัวเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น การรับประทานไฟเบอร์อย่างเพียงพอในแต่ละวันจะลดปัญหาท้องผูก ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคริดสีดวงทวาร (Chatsudthipong, 2009) และยังส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมัน มีค่าน้อยกว่า เนื่องจากส่วนประกอบตามสูตรของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) ไม่มีปริมาณน้ำตาลทรายในสูตร เพราะใช้ผงหญ้าหวานแทนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในสูตร ทำให้มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดฤทธิ์ขับปัสสาวะ ฤทธิ์ต่อต้านการเกิดเนื้องอก (anti-tumor) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Chatsudthipong, 2009) เหมาะสำหรับคนที่ควบคุมอาหาร แต่เยลลี่สูตรพื้นฐานมีปริมาณน้ำตาลและน้ำตาลต่อเบอร์รี่เข้มข้น จึงทำให้มีปริมาณน้ำตาลสูง ส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมันสูงตามไปด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่า มีปริมาณกรด-ด่างมากกว่า เนื่องจากในสูตรไม่มีส่วนผสมของน้ำตาลต่อเบอร์รี่เข้มข้นซึ่งมีรสชาติเปรี้ยว ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าถึง 28 เท่า ไม่มีน้ำตาลทรายในสูตร ซึ่งในหญ้าหวานมีสารสกัดชื่อว่า สารสตีวิโอไซด์ เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลและไม่สร้างพลังงาน หรือมีส่วนประกอบของกลูโคสต่ำจะไม่ถูกย่อยเป็นพลังงานแก่ร่างกาย (มัทนียา, 2548)

จากตารางที่ 4.12 จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) โดยเก็บที่ 0 วัน พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) <10 Cfu/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานกำหนด คือ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มผช. 518/2547) มีปริมาณยีสต์รา <10 Cfu/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐาน คือจำนวนยีสต์ราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งทำให้ความปลอดภัยด้านอาหารประเภทเยลลี่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด (มผช. 519/2547)

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี โดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	ผลการวิเคราะห์	
	เยลลี่สูตรพื้นฐาน	เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)
ทางกายภาพ		
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ^{ns}	0.89 ± 0.01	0.88 ± 0.01
ค่าสี		
- L*	62.76 ± 0.11 ^a	27.24 ± 1.12 ^b
- a*	33.19 ± 0.06 ^a	-1.61 ± 0.22 ^b
- b*	13.82 ± 0.05 ^a	5.25 ± 0.81 ^b
คุณภาพทางเคมี		
ค่าปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	0.34 ± 0.00 ^a	0.31 ± 0.00 ^b
ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	0.08 ± 0.00 ^b	0.10 ± 0.00 ^a
ค่าคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	32.01 ± 0.00 ^a	1.70 ± 0.00 ^b
ค่าปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	0.12 ± 0.00 ^a	0.10 ± 0.00 ^b
ค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	0.14 ± 0.00 ^b	0.34 ± 0.00 ^a
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	67.31 ± 0.00 ^b	97.45 ± 0.00 ^a
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	2.42 ± 0.02 ^b	3.58 ± 0.04 ^a
ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ (°Brix)	29.00 ± 0.00 ^a	1.00 ± 0.00 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ โดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)

วิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์	ผลการวิเคราะห์	
	เยลลี่สูตรพื้นฐาน	เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)
คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ (cfu/กรัม)		
- จุลินทรีย์ทั่วไป	-	<10
- ยีสต์และรา	-	<10

4.2.2 ศึกษาคุณสมบัติในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานโดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง

จากตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง พบว่า เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) มีค่าปริมาณน้ำอิสระความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจาก มีค่าปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า จึงทำให้สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้นานกว่าจึงไม่สามารถทำให้จุลินทรีย์เติบโตได้ และมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานของแห้ง ซึ่งควรต่ำกว่า 0.6 (พิมพ์เพ็ญ, 2557) ส่วนค่าสี พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองมากกว่า เพราะผลิตภัณฑ์มีสีเขียวนอ่อนและสีขาของผงคาราจีแนนซึ่งมีโทนสว่างกว่า

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (ผง) มีปริมาณโปรตีน, เส้นใยหยาบ, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน, ปริมาณเถ้า และความชื้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่ามากกว่าเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) แต่ปริมาณความชื้นน้อยกว่า เนื่องจากไม่มีการขึ้นรูปของเยลลี่ จึงทำให้สามารถเก็บได้นานกว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) และมีค่าปริมาณความชื้นเป็นไปตามมาตรฐานของแห้ง ควรต่ำกว่าร้อยละ 15 (พิมพ์เพ็ญ, 2557) มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 10.45 และมีปริมาณรีดิวซ์ เท่ากับ ร้อยละ 14.36 ได้จากใบหญ้าหวาน ซึ่งมี Stevioside เป็น diterpenoid glycoside ที่ประกอบด้วย aglycone (steviol) ต่อกับ glucose 3 โมเลกุล (Chatsudthipong, 2009) จึงทำให้ในผลิตภัณฑ์มีปริมาณกลูโคสแต่น้อยมากและเป็นผลดีกับบุคคลที่คุม น้ำหนัก เมื่อเทียบกับวิจัยเรื่องผลของการใช้สารทดแทนน้ำตาลต่อคุณภาพของกัมมีเยลลี่ตาหลา พบว่า มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 65.71 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับ ร้อยละ 20.54 (กมลทิพย์, 2561) มีปริมาณเส้นใยอาหาร เท่ากับ ร้อยละ 22.10 ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ (insoluble dietary fiber) และเส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ (soluble dietary

fiber) เช่น เซลลูโลส, ลิกนิน ซึ่งในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานมีส่วนผสมของใยหญ้าหวานเป็นพืช จึงทำให้มีค่าปริมาณเส้นใยอาหารอยู่ในผลิตภัณฑ์ และมีประโยชน์ทำให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ช่วยลดระดับไขมันในเลือด ช่วยจับไขมันในอาหาร ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ใยอาหารชนิดละลายน้ำสามารถช่วยลดระดับโททอลและแอลดีแอลคอเลสเตอรอล (ไขมันเลว) ในเลือดได้ (Chatsudthipong, 2009) ค่าพลังงานในอาหารในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน มีค่าเท่ากับ $3,120.00 \pm 0.00$ แคลอรี/กรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเยลลี่สูตรพื้นฐาน มีค่าเท่ากับ $3,930.00 \pm 0.00$ แคลอรี/กรัม เนื่องจากในสูตรเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานไม่มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายในสูตร มีเพียงผงหญ้าหวานที่ใช้ให้ความหวานแทนน้ำตาลทรายซึ่งก่อให้เกิดพลังงานในอาหารต่ำกว่า เมื่อเทียบกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่าพลังงานถึง 120,000 แคลอรี/กรัม (กมลพิพัฒน์, 2553)

จากตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ โดยเก็บที่ 0 วัน พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) <10 CfU/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานกำหนด (มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค 264/2556) มีปริมาณยีสต์รา <10 CfU/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐาน ซึ่งส่งผลให้มีอายุการเก็บได้นานตามมาตรฐานของของแห้ง (มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค 264/2556)



ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยเปรียบเทียบเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	ผลการวิเคราะห์	
	เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)	เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)
ทางกายภาพ		
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.88 ± 0.01^a	0.54 ± 0.01^b
ค่าสี		
- L^*	27.24 ± 1.12^b	65.81 ± 0.87^a
- a^*	-1.61 ± 0.22^a	-0.38 ± 0.12^b
- b^*	5.25 ± 0.81^b	14.02 ± 1.04^a
คุณภาพทางเคมี		
ค่าปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	0.31 ± 0.00^b	2.82 ± 0.00^a
ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	0.10 ± 0.00^b	2.92 ± 0.00^a
ค่าคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	1.70 ± 0.00^b	65.60 ± 0.00^a
ค่าปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	0.10 ± 0.00^b	0.55 ± 0.00^a
ค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	0.34 ± 0.00^b	17.36 ± 0.00^a
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	97.45 ± 0.00^a	10.75 ± 0.00^b
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	3.58 ± 0.04	-
ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ($^{\circ}$ Brix)	1.00 ± 0.00	-
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ร้อยละ)	-	10.45 ± 0.00
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	-	14.36 ± 0.00
ค่าปริมาณเส้นใยอาหาร (ร้อยละ)	-	22.10 ± 0.00
ค่าพลังงานในอาหาร (แคลอรี/กรัม)	-	$3,120.00 \pm 0.00$

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์โดยเปรียบเทียบเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)

วิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์	ผลการวิเคราะห์	
	เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)	เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง)
คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ (cfu/กรัม)		
- จุลินทรีย์ทั่วไป	<10	<10
- ยีสต์และรา	<10	<10

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานจำนวน 100 คน ในช่วงวัยรุ่นและคนที่รักษาสุขภาพ ช่วงอายุ 15-มากกว่า 35 ปี แจกแบบสอบถามบริเวณเขตพระนคร กรุงเทพมหานคร โดยแบบสอบถามประกอบด้วย ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ส่วนนี้บอกถึงเพศ กลุ่มอายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ของผู้บริโภคที่ได้ทำการสำรวจ ดังตารางที่ 4.15

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- เพศชาย	34
- เพศหญิง	66
2. อายุ	
- 15-24 ปี	96
- 25-34 ปี	4
- มากกว่า 35 ปี	0
3. การศึกษา	
- มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	2
- อนุปริญญา/ปวส.	0
- ปริญญาตรี	97
- สูงกว่าปริญญาตรี	1

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
4. อาชีพ	
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	0
- ครู/อาจารย์	0
- นักเรียน/นักศึกษา	99
- แม่บ้าน/พ่อบ้าน	1
- อื่นๆ	0
5. รายได้ต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	16
- 5,001 – 7,500 บาท	28
- 7,501 – 10,000 บาท	40
- 10,001 – 15,000 บาท	15
- 15,001 – 30,000 บาท	1
- มากกว่า 30,000 บาท	0

จากตารางที่ 4.15 พบว่าผู้บริโภคร้อยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 66 อายุระหว่าง 15-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 96 ระดับการศึกษาขั้นสูงสุดปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 97 มีอาชีพเป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 99 และมีรายได้ 7,501 – 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 40

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	ร้อยละ
6. ปกติท่านนิยมบริโภคเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปหรือไม่	
- ใช่	66
- ไม่ใช่	34

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจาก
หญ้าหวาน (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	ร้อยละ
7. ท่านเคยรับประทานเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปหรือไม่	
- เคย	87
- ไม่เคย	13
8. หากมีผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจาก หญ้าหวาน (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) ท่านจะสนใจ หรือไม่	
- สนใจ	84
- ไม่สนใจ (จบบแบบสอบถาม)	16
9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปที่ไหน บ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	34
- ซูเปอร์มาร์เก็ต	60
- ร้านสะดวกซื้อ/ตลาดทั่วไป	43
- ร้านค้าตามตึกแถว	15
- อื่นๆ.....	0
10 เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่ง สำเร็จรูปมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
- รสชาติอร่อย	47
- มีราคาถูก	33
- หาซื้อได้ง่าย	36
- น่าทาน่ารับประทาน	43

จากตารางที่ 4.16 การศึกษาทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน พบว่า ผู้บริโภคนิยมบริโภคเยลลี่กึ่งสำเร็จรูป คิดเป็นร้อยละ 66 ผู้บริโภคเคยรับประทานเยลลี่กึ่งสำเร็จรูป คิดเป็นร้อยละ 87 ผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) คิดเป็นร้อยละ 84 ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปที่ซูเปอร์มาร์เก็ต คิดเป็นร้อยละ 60 เหตุผลที่ผู้บริโภคเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปมาบริโภค เพราะรสชาติอร่อย คิดเป็นร้อยละ 47

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	ร้อยละ
11. กรุณาชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบ 1-9 คะแนน	
11.1 ลักษณะปรากฏ	
- มากที่สุด	27.27
- มาก	61.36
- ปานกลาง	11.36
- น้อย	0
11.2 สี	
- มากที่สุด	28.41
- มาก	53.41
- ปานกลาง	18.18
- น้อย	0
11.3 กลิ่น	
- มากที่สุด	18.18
- มาก	59.09
- ปานกลาง	19.32
- น้อย	3.41
11.4 กลิ่นรส	
- มากที่สุด	7.95
- มาก	47.73
- ปานกลาง	40.91
- น้อย	3.41
11.5 รสชาติ	
- มากที่สุด	12.50

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน
(ต่อ)

ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	ร้อยละ
- มาก	52.27
- ปานกลาง	31.82
- น้อย	3.41
11.6 เนื้อสัมผัส (ความคงตัว)	
- มากที่สุด	30.68
- มาก	55.68
- ปานกลาง	11.36
- น้อย	2.27
11.7 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	36.36
- มาก	55.68
- ปานกลาง	7.95
- น้อย	0
12. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน	
- ยอมรับ	97.62
- ไม่ยอมรับ	2.38
13. หากมีผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
- ซื้อ	79.76
- ไม่ซื้อ	7.14
- ไม่แน่ใจ	13.10
14. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน บรรจุใส่ถุงซีล โดย 1 ถุงสามารถต้มในน้ำเดือด 443 กรัม เพื่อขึ้นรูปเป็นเยลลี่ ท่านคิดว่าควรมีราคาเท่าไร	
- 25 บาทต่อถุง	43
- 30 บาทต่อถุง	29
- 35 บาทต่อถุง	12

จากตารางที่ 4.17 การศึกษาการยอมรับผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน พบว่า มีผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 97.362 หากมีผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ผู้บริโภคคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 79.76 ผู้บริโภคคิดจากราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานบรรจุใส่ถุงซีล ราคา 25 บาทต่อถุง คิดเป็นร้อยละ 43 ดังนั้น การสำรวจผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์นี้จึงเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ช่วยเพิ่มทางเลือกให้กับผู้รับประทานเยลลี่กึ่งสำเร็จรูป และช่วยเกษตรกรที่ปลูกหญ้าหวานขายให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการนำหญ้าหวานมาผลิตเป็นเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปเพื่อทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ เพื่อสร้างความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ และมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำตาลในเลือด และการควบคุมน้ำหนัก



บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตเยลลี่ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 3 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี พบว่า สีมี่ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 62.76 ± 0.11 , 33.19 ± 0.06 และ 13.82 ± 0.05 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มีสีชมพูพีช

5.1.2 ผลการศึกษาการเตรียมหญ้าหวาน

ผลการศึกษาการเตรียมหญ้าหวานชนิดใบและหญ้าหวานชนิดผง พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ ของหญ้าหวานชนิดใบ และชนิดผง เท่ากับ 0.52 ± 0.03 และ 0.29 ± 0.01 ตามลำดับ มีสีเขียวขี้ม้า และมีปริมาณความชื้นของหญ้าหวานชนิดใบ และชนิดผง เท่ากับ 5.66 ± 0.00 และ 5.62 ± 0.00 ตามลำดับ

5.1.3 ผลการศึกษาปริมาณหญ้าหวานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ผลการทดลองการศึกษาปริมาณหญ้าหวานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานทั้งแบบเยลลี่ และแบบผง ที่ต่างกัน 3 สูตร พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 2 มากที่สุด อยู่ในระดับปานกลางถึงชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่) มีค่าปริมาณน้ำอิสระ มีค่าเท่ากับ 0.88 ± 0.00 มีค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีเขียว ($-a^*$) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 19.04 ± 0.03 , -1.35 ± 0.16 และ 4.09 ± 0.08 ตามลำดับ และนำมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำได้ มีค่าเท่ากับ 1 ± 0.00 °Brix พบว่า ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) มีค่าปริมาณน้ำอิสระมีค่าเท่ากับ 0.56 ± 0.00 มีค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีเขียว ($-a^*$) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 65.81 ± 0.87 , -0.38 ± 0.12 และ 14.02 ± 1.04 ตามลำดับ

5.1.4 ผลการศึกษาการแต่งกลิ่นสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

การศึกษากการแต่งกลิ่นสังเคราะห์ พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 3 มากที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากสูตรแต่งกลิ่นสังเคราะห์ ร้อยละ 0.5 มีกลิ่นรสที่ดี และสามารถดับกลิ่นรสเฉพาะของหญ้าหวานได้มากที่สุด

5.1.5 ศึกษาคุณสมบัติในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานโดยเปรียบเทียบเยลลี่สูตรพื้นฐาน และเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบเยลลี่)

การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าที่น้อยกว่า มีค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 27.24 ± 1.12 , -1.61 ± 0.22 และ 5.25 ± 0.81 ตามลำดับจากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ และปริมาณเถ้า มีค่ามากกว่า และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมัน มีค่าน้อยกว่า ทำให้มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดฤทธิ์ขับปัสสาวะ จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) <10 CfU/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานกำหนด (มผช.519/2547) มีปริมาณยีสต์รา <10 CfU/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐาน (มผช. 519/2547)

5.1.6 ศึกษาคุณสมบัติในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานโดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง

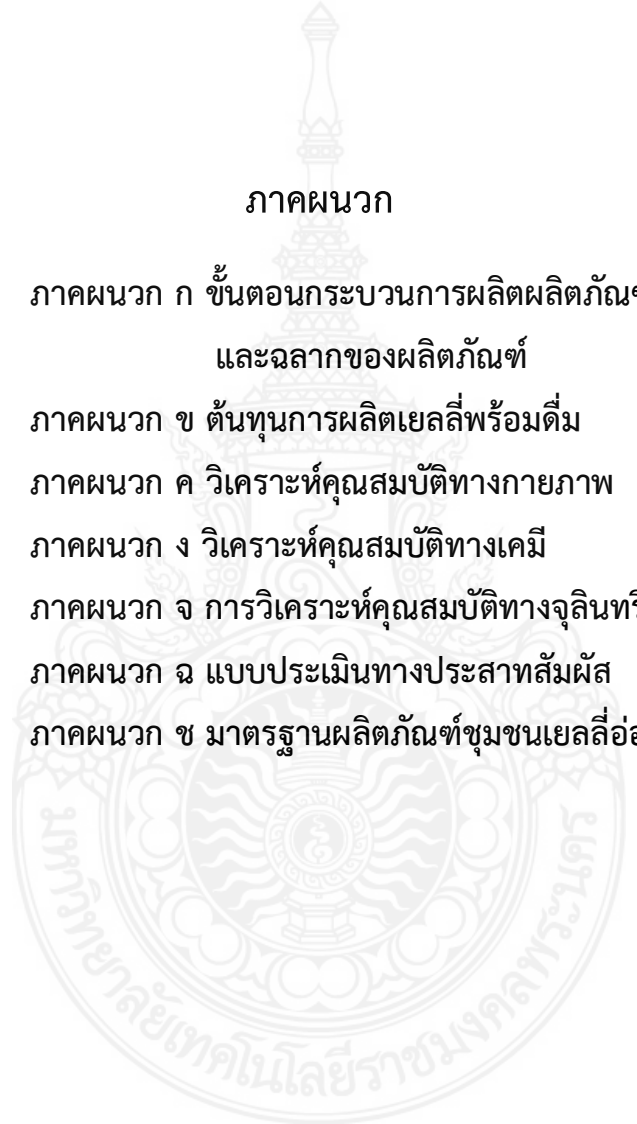
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานแบบเยลลี่ และแบบผง พบว่า เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) มีค่าปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า จึงทำให้สามารถเก็บได้นานกว่า จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) มีปริมาณโปรตีน, เส้นใยหยาบ, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน, เถ้า และความชื้นมีค่ามากกว่า แต่ปริมาณความชื้นน้อยกว่า สามารถเก็บได้นานกว่า มีปริมาณเส้นใยอาหาร เท่ากับ ร้อยละ 22.10 มีประโยชน์ช่วยลดระดับไขมันในเลือด ช่วยจับไขมันในอาหาร ค่าพลังงานในอาหาร มีค่าเท่ากับ $3,120 \pm 0.00$ แคลอรี/กรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเยลลี่สูตรพื้นฐาน มีค่าเท่ากับ 3.93 ± 0.00 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) <10 CfU/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานกำหนด (มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค 264/2556) มีปริมาณยีสต์รา <10 CfU/กรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐาน (มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค 264/2556)

5.1.7 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน จำนวน 100 คน ในช่วงวัยรุ่น-วัยทำงาน ช่วงอายุ 15-มากกว่า 35 ปี พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 97.36 หากมีผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ผู้บริโภคคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 79.76

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกลิ่นรสของหญ้าหวาน ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานต่อไป



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้าย

และฉลากของผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ข ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยพร้อมตีพิมพ์

ภาคผนวก ค วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ภาคผนวก ง วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ภาคผนวก ฉ แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ช มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเกลืออ่อน

ภาคผนวก ก
ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้ายและฉลากของผลิตภัณฑ์



สูตรมาตรฐานเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ตารางที่ 4.18 สูตรในการทำผลิตภัณฑ์สุดท้ายของเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
หญ้าหวาน	46.14
คาราจีแนน	24.85
กรดซิตริก	2.64
กลีซินสังเคราะห์ (แอปเปิ้ล)	26.37

ขั้นตอนการผลิต

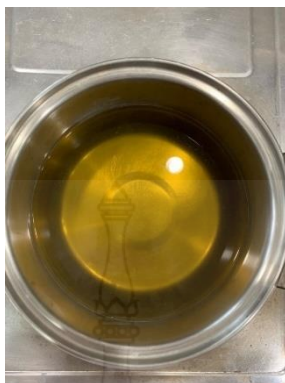


เตรียมน้ำเปล่าใส่หม้อต้มไฟกลาง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



จากนั้นนำหญ้าหวานใส่ลงไป ต้มเป็นเวลา 10 นาที นำหญ้าหวานออก





เตรียมคาราจีแนน, กรดซิตริก และกลีเซอรีนแอปเปิ้ลสังเคราะห์



เมื่อน้ำหุ้มหวานอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใส่ส่วนผสมที่เตรียมไว้ลงไป





คนให้คาราจีแนนละลายจนหมด เป็นเวลา 2 นาที



พร้อมเทลงภาชนะที่ต้องการ และแช่เย็นให้เยลลี่เซตตัวเป็นเวลา 10 นาที



ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน หลังการเซตตัว

ภาพที่ ก.1 สูตรมาตรฐานเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ฉลากและผลิตภัณฑ์



ภาพที่ ก.2 ฉลากของผลิตภัณฑ์

วิธีการรับประทาน

ต้มลงในน้ำ 443 กรัม/ประมาณ 500 มิลลิลิตร

แบบที่ 1

ต้มน้ำร้อนให้เดือดจิกของผงหญ้าหวานลง
ต้ม 10 นาที นำหญ้าหวานขึ้น หลังจากนั้นจิก
ส่วนผสมละลายทั้งหมด ตักใส่ภาชนะที่ต้องการ
แล้วนำไปแช่เย็นพร้อมรับประทาน

แบบที่ 2

ต้มน้ำร้อนให้เดือดจิกของผงหญ้าหวาน และ
ตัดของผงหญ้าหวานลงต้ม 10 นาที
หลังจากนั้นจิกส่วนผสมละลายทั้งหมด ตักใส่
ภาชนะที่ต้องการ แล้วนำไปแช่เย็น พร้อม
รับประทาน **ทานผงหญ้าหวานพร้อมเฮลลี่**

ภาพที่ ก.3 คำแนะนำวิธีทำเฮลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวานในกล่อง



ภาพที่ ก.4 บรรจุภัณฑ์เฮลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน



ภาพที่ ก.5 ผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปจากหญ้าหวาน



ภาคผนวก ข
ต้นทุนการผลิตเมล็ดกึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน



ราคาต้นทุนที่ใช้ในการผลิต

1. วัตถุดิบ

ตารางที่ 4.19 วัตถุดิบ

ส่วนประกอบ	ราคา/หน่วย	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา (บาท)
หญ้าหวาน	129 บาท/60 กรัม	4	8.6
คาราจีแนน	69 บาท/120 กรัม	7	4.02
กรดซิตริก	50 บาท/450 กรัม	0.40	0.04
กลีเซอรีน	250 บาท/500 กรัม	3.77	1.88
		รวม	14.54

2. บรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 4.20 บรรจุภัณฑ์

ส่วนประกอบ	ราคา/หน่วย	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา (บาท)
ถุงกรองกากชา	49 บาท/100 ใบ	1	0.49
ถุงซีลสุญญากาศ	55 บาท/ 100 ใบ	1	0.55
		รวม	1.04

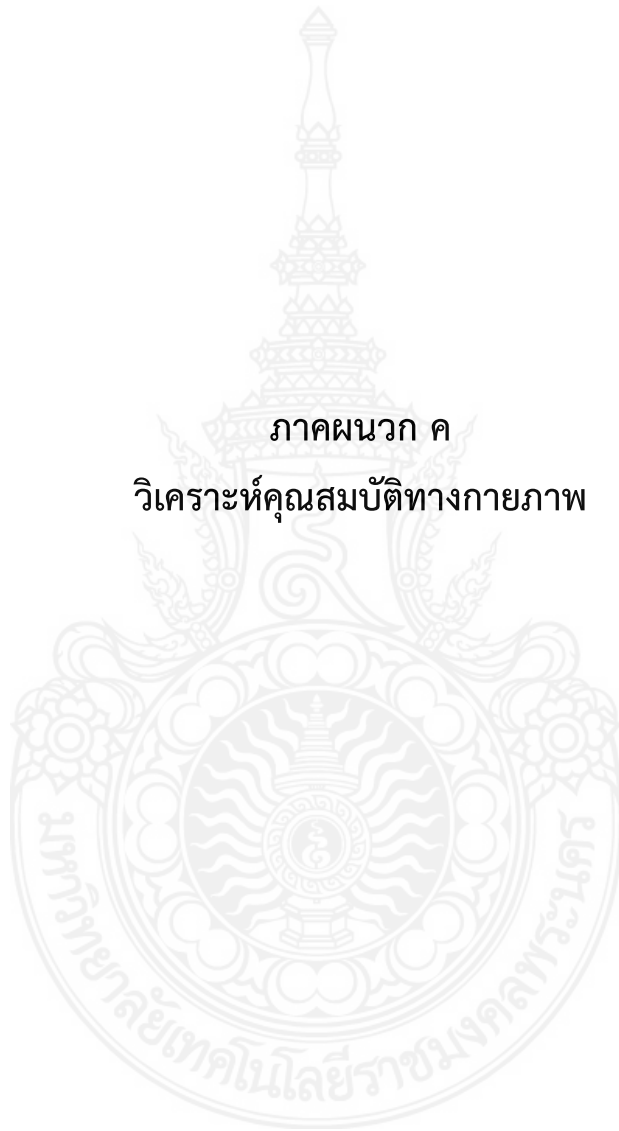
3. สาธารณูปโภค ร้อยละ 40

$$\begin{aligned} \text{นำค่าวัตถุดิบ + ค่าบรรจุภัณฑ์} &= 14.54 + 1.04 \\ &= 15.58 \text{ บาท} \\ \text{หักค่าสาธารณูปโภค} &= 6.23 \text{ บาท} \\ \text{รวมราคาต้นทุนในการผลิต} &= 21.81 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ราคาต้นทุนในการผลิต ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ใน 1 สูตร ประกอบด้วย 2 ถุงเยื่อกระดาษ โดยถุงที่ 1 คือ ผงหญ้าหวาน 4 กรัม ถุงที่ 2 คือ ส่วนผสมตามสูตรเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน 11 กรัม ดังนั้นน้ำหนักเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (แบบผง) ต่อ 1 สูตร มีน้ำหนักเท่ากับ 15 กรัม เมื่อผ่านกระบวนการขึ้นรูปพร้อมรับประทานแล้วมีน้ำหนัก 550 กรัม หรือได้ปริมาณ 14 แก้วช็อต และบรรจุใส่กล่องพร้อมจำหน่าย จะจัดชุดเป็น 1 ชุดต่อกล่อง หรือมี 2 ซอง ราคาต้นทุน เท่ากับ 21.81 บาท จากการประเมินผู้บริโภค เรื่องการยอมรับ ผู้บริโภคยอมรับในราคา 25 บาทต่อกล่อง จะได้กำไร 3.19 บาทต่อกล่อง

ภาคผนวก ค
วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ



ค่าสี (spectrophotometer) รุ่น cm-3500d

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดสวิทช์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic มีหน้าจอคอมพิวเตอร์
3. คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบข้างบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องวัดค่าสี จากนั้นลองสังเกตที่แถบทางล่างขวา เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว
4. ทำการปรับเครื่อง (Calibration) หรือคลิกที่ปุ่ม Calibration (ที่แถบข้างบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องข้างบนภายใน Target Mask
5. เมื่อปรับเครื่องเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมกลับใส่ตัวอย่างชนิดของแห้งหรือของเหลว ลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
6. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีวัดการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านวัตถุ)
7. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างดี (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง) จากนั้นทำตามข้อที่ 6 บันทึกผลการทดลอง จากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า $L^* a^* b^*$

การแสดงผลสี ประกอบด้วย

ค่า L^* หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีเขียว

ค่า a^* หมายถึง ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว โดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีแดง และค่าลบแสดงถึงความเป็นสีเขียว

ค่า b^* หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลือง และค่าลบแสดงเป็นสีน้ำเงิน

การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมด

(Total soluble solids: °Brix) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างเยลลี่วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้หมด โดยใช้ Hand refractometer บันทึกค่าที่ได้เป็นหน่วย °Brix โดยปรับค่ามาตรฐานด้วยน้ำกลั่นก่อนทำการวัดทุกครั้ง ทำการวัดตัวอย่าง 3 ครั้ง

การวิเคราะห์ค่า Water Activity (A_w) ด้วยเครื่อง Water Activity รุ่น A_w -CX3TE

ตามวิธีของ AOAC, 2000

1. เริ่มการปรับมาตรฐานเครื่อง Water Activity ด้วยน้ำอิสระให้ค่า a_w เท่ากับ 1 และต้องกำหนดอุณหภูมิให้อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส และรอเครื่องตั้งเพื่อเสร็จสิ้นการปรับมาตรฐาน
2. เตรียมบรรจุตัวอย่างใส่ลงในถ้วยวัด
3. นำไปวางในช่องใส่ตัวอย่างของเครื่อง Water Activity และทำการวัดค่า รอจนเครื่องตั้งเพื่อเสร็จการวัดค่า ทำอย่างน้อย 3 ซ้ำ
4. จดบันทึกค่า a_w และอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



ภาคผนวก ง

วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างเยลลี่ มาตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเครื่อง pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00, 7.00 และ 10.00 ตามลำดับทำการวัด 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย



การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

(Determination of moisture content)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นมีหลักการคือการระเหยน้ำออกจากตัวอย่างอาหารให้กลายเป็นไอน้ำจนอาหารมีน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่หายไปหลังการอบแห้ง คือ ปริมาณความชื้นตัวอย่างอาหาร

อุปกรณ์

1. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture can)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์

1. นำ Moisture can ออบในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง
2. แล้วยนำมาใส่โถดูดความชื้น 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนัก Moisture can ให้ได้น้ำหนักคงที่
4. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ Moisture can
5. นำ Moisture can เข้าตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 2 ชั่วโมง จดน้ำหนักที่ได้แล้วนำตัวอย่างเข้าอบจนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่หรือห่างกัน ≤ 0.05 กรัม นำค่าที่ได้ไปคำนวณ

สูตรการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 (W_1 - W_2)}{W_1 - W_2}$$

เมื่อ	W	คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)
	W ₁	คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)
	W ₂	คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (Determination of Crude fat)

การวิเคราะห์ไขมันในอาหารสัตว์ทำได้โดยใช้ตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์เป็นตัวสกัดซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของตัวทำละลายที่ใช้ คือ ต้องระเหยง่ายและไวไฟ ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมากมีชนิดคือ diethyl ether, petroleum ether, dichloromethane และ chloroform สารที่ถูกสกัดได้แบ่งเป็น 2 พวกคือ

1. สารพวกไขมันคือ กลีเซอไรด์ของกรดไขมัน, กรดไขมันอิสระ, สเตอรอล, เลคซิทิน และไขมันที่ระเหยได้

2. สารพวกที่ไม่ใช่ไขมัน แต่ตัวทำละลายสามารถสกัดออกมาได้ด้วย คือ เม็ดสีต่างๆ เรซิน สารประกอบอัลคาลิ และวิตามินที่ละลายในไขมันได้แก่ A D E และK เนื่องจากสารที่ไม่ใช่ไขมันนี้มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับสารพวกไขมัน ดังนั้นสารพวกที่ไม่ใช่ไขมันจึงมีผลต่อการวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน จากการที่สารที่ถูกสกัดมีทั้งพวกที่เป็นไขมันและไม่ใชไขมันจึงเรียกรวมทั้งสองพวกนี้ว่า Crude fat

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์และชุดสกัดไขมัน
2. ทิมเบิล (thimble)
3. กระจดาชกรอง
4. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง
6. โถดูดความชื้น (Desiccator)
7. ปีโตเลียม อีเทอร์ หรือ เฮกเซน (petroleum ether หรือ Hexane)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน โดยใช้กระจดาชกรองที่ทราบน้ำหนักรองรับ ชั่งตัวอย่างประมาณ 1-2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นชนิดที่มีไขมันต่ำให้ชั่งประมาณ 3-5 กรัม ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระจดาชกรองแล้วใส่ลงไปในทิมเบิล จากนั้นใส่ทิมเบิลในช่องกลั่นของเครื่อง Soxhlet
2. ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ไขมัน ที่อบให้แห้งสนิทแล้ว นำไปประกอบกับเครื่อง Soxhlet

3. จากนั้นกดปุ่ม preheat รออุณหภูมิขึ้นถึง 135 องศาเซลเซียส (ขณะเดียวกัน เปิด cooling bath) ค่อยๆเติมปิโตเลียมอีเทอร์ประมาณ 80 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็นสองรอบ รอบละ 40 มิลลิลิตร เพื่อไม่ให้ปิโตเลียมอีเทอร์ชะล้างตัวอย่างเร็วเกินไป เมื่ออุณหภูมิที่กำหนดได้แล้วให้เลือกรูปแบบในการใช้งาน รูปแบบที่ 1 หลังจากนั้นให้กดปุ่ม ถัดมาเพื่อเริ่มการทำงาน และ เมื่อทำงานครบเวลาที่ตั้งไว้แต่ละครั้งจะมีเสียงร้องเตือนให้ กดปุ่มถัดไป จนครบการทำงานพร้อมกับยกคั่นโยกตามรูปแบบที่กำหนดไว้ที่เครื่องสกัด ไขมัน เมื่อสกัดได้ตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำถ้วยอลูมิเนียมซึ่งมีไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้ไป ระบายเอาตัวทำละลายออก
4. นำไปอบแห้ง ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และชั่งจนได้ น้ำหนักคงที่หลังจากทำให้เย็นในเดสิคเคเตอร์
5. คำนวณปริมาณของไขมันในตัวอย่างอาหารจากการคำนวณน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้น โดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100 (W_1 - W_2)}{W}$$

- เมื่อ
- W คือ น้ำหนักของตัวอย่างอบแห้ง (กรัม)
 - W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมและไขมันหลังอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)
 - W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมที่นำไปอบจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย (Determination of Crude fiber)

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ (Crude fiber) เป็นสารอินทรีย์ไม่ละลายและคงเหลืออยู่หลังจากผ่านกระบวนการสกัดด้วย petroleum ether โดยทั่วไปใช้กรดและด่างย่อยตัวอย่างที่กำลังจัดไขมันออกแล้ว กรองเอาส่วนที่เหลือคือเส้นใยหยาบ ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลสและลิกนิน

ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคของตัวอย่าง เนื่องจากการบดตัวอย่างที่เป็นเส้นใยให้ละเอียด และขนาดสม่ำเสมอทำได้ยาก ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในการผสมและสุ่มตัวอย่าง นอกจากนี้ควรทำการทดลองหลายซ้ำและอาจต้องประเมินค่าความไม่แน่นอนของผลการทดลองไว้ด้วย

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องย่อย
2. เต้าเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
3. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
4. ครุชีเบิลแก้ว (Glass crucible)
5. โถดูดความชื้น (Desiccator)
6. เครื่องชั่งไฟฟ้า
7. กรดซัลฟูริก ร้อยละ 1.25
8. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 1.25
9. n-octanol

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างโดยบดให้ละเอียด โดยตัวอย่างต้องผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้ว ทำให้เย็นใน Desiccator ซึ่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างที่บดแล้ว 1 กรัม (W_0) ลงในครุชีเบิลแก้วที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำครุชีเบิลแก้วใส่ลงในเครื่อง hot extraction unit จากนั้นเลื่อนคันโยกด้านซ้ายมาล็อกให้แน่น เพื่อป้องกันสารเคมีไหลออกมา (ขณะเลื่อนคันโยกลงระวังปากครุชีเบิลแก้วแตก) โยกปุ่มควบคุมด้านหน้าไปที่ตำแหน่ง closed
3. เติมสารละลายกรดซัลฟูริก (ที่เตรียมไว้แล้ว) หลังจากนั้นนำไปต้มให้ร้อนไว้ก่อนโดยใช้ hot plate นำไปเทลงท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาณ 150 มิลลิลิตร
4. เติม 3-5 หยด n-octanol ลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์เพื่อป้องกันการเกิดฟอง

5. เปิดปั๊ม power แล้วหมุนระดับไฟไปที่ระดับสูงสุด (Max) เมื่อสารละลายในท่อคอนเดนเซอร์เริ่มเดือดอย่างคงที่ให้จับเวลา 30 นาที แล้วปรับไฟไปที่เลข 4-5 เพื่อให้สารละลายเดือดอย่างคงที่
6. เมื่อครบ 30 นาที ปิดไฟและกรองสารละลายออก โดยโยกปั๊มควบคุมด้านหน้า ไปตำแหน่ง vacuum พร้อมกับเปิดก๊อกน้ำช่วยการกรอกด้วย และเพื่อการกรอกสารละลายให้เร็วขึ้นให้ใช้ปั๊ม pressure พร้อมทั้งเปิด blower ร่วมด้วย (ใกล้กับปั๊ม Power) ทำสลับกันเช่นนี้จนกรองสารละลายหมด
7. ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 50 มิลลิลิตร ทำการกวนตัวอย่างให้กระจายในน้ำร้อนโดยใช้ปั๊ม pressure จากนั้นกรอกสารละลายออก เมื่อสารละลายหมดแล้วให้เลื่อนปั๊มด้านหน้าไปที่ตำแหน่ง closed
8. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้มให้ร้อนก่อนใส่ลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาณ 150 มิลลิลิตร จากนั้นทำซ้ำ ข้อ 5-8 เมื่อล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนครบ 3 ครั้งแล้ว
9. ล้างด้วยอะซิโตน หรือ แอลกอฮอล์ ปริมาณครั้งละ 25 มิลลิลิตร เพื่อไล่น้ำออกจนแห้ง
10. อบด้วยตู้อบลมร้อนครุซีเบลแก้วที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือน้ำหนักคงที่ (W_1) บันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือน้ำหนักคงที่ (W_2) บันทึกน้ำหนักไว้ (ใส่ตัวอย่างก่อนเพิ่มอุณหภูมิเป็น 500 องศาเซลเซียส)

สูตรการคำนวณ

$$\text{Crude fiber (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_0}$$

เมื่อ	W_0	คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)
	W_1	คือ น้ำหนักครุซีเบลแก้ว + ตัวอย่างหลังอบ (กรัม)
	W_2	คือ น้ำหนักครุซีเบลแก้ว + ตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (Determination of Protein)

การวิเคราะห์หาโปรตีนทางเคมีค้นพบโดย Dane johan kjeldahl เป็นชาวเดนมาร์กได้ทำการวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธีที่เรียกว่า Kjeldahl Method ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ค่าไนโตรเจนที่ได้เป็นไนโตรเจนจากโปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (ยกเว้นไนเตรท) เมื่อนำมาคำนวณค่าที่ได้จึงเป็นค่าโปรตีนหยาบ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เตาย่อย
2. เครื่องดักจับไอกรด
3. เครื่องกลั่นโปรตีน
4. ขวดสำหรับย่อย (digestion tube) และอุปกรณ์เครื่องแก้ว
5. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
6. โถดูดความชื้น (Desiccator)
7. เครื่องชั่งไฟฟ้า
8. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (N_2SO_4)
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
10. กรดบอริก (H_2BO_3)
11. สารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) = คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) + โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
12. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลต ($KHC_8H_4O_4$)
13. โบรโมครีโซลกรีน
14. เมทิลเรด
15. ฟีนอล์ฟทาลีน
16. เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95
17. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl) ร้อยละ 37
18. น้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์

1. ขั้นตอนการย่อย
 - 1.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5-1.0 กรัม อย่างละเอียด ใส่ลงในหลอดย่อย (Kjeldahl Flask หรือ digestion tube)
 - 1.2 เติมสารช่วยเร่งปฏิกิริยาที่ผสมระหว่าง CuSO_4 และ K_2SO_4 ในอัตราส่วน 0.5:10 ประมาณ 10 กรัม และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้สารทั้งหมดเข้ากันเบา ๆ
 - 1.3 ตั้งหลอดย่อยในแก๊ส หยด n-octanol 2-3 หยด ก่อนรวม Exhaust manifold ลงบน ส่วนบนของขวดย่อย
 - 1.4 Stand Digestion tube และ Exhaust ลงบนเครื่องย่อย เปิดเครื่องดักจับไอกรดย่อยจน ได้สารละลายใสทุกหลอด
 - 1.5 ยก Stand พร้อมหลอดย่อยออกจากเครื่องย่อยแล้ว โดยเปิดเครื่องดักจับไอกรดไว้ทิ้งให้ สารละลายเย็น
2. ขั้นตอนการกลั่น
 - 2.1 เปิดเครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที และเปิดเครื่องกลั่น
 - 2.2 ใส่หลอดย่อยที่มีสารสกัดจากตัวอย่างที่ย่อยแล้ว โดยเริ่มกลั่นจาก Blank ก่อนและปิด ประตูกำลังกลั่น
 - 2.3 กดปุ่มต่าง (NaOH) ประมาณ 2-3 ครั้งจนสารละลายในหลอดเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาล เข้ม
 - 2.4 น้ำขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ตั้งไว้บน Platform ของเครื่องให้สายของเครื่อง ควบแน่นอยู่ในขวดรูปชมพู่
 - 2.5 รอจนเครื่องกลั่นทำงานเสร็จ นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับกรดโบรโมคลอโรอิก และเมธิลเรดอย่างละ 2 หยด นำสารละลายดังกล่าวไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริก 0.01 M จนได้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อน นำปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตไป คำนวณผลการวิเคราะห์ดังสูตรต่อไปนี้

สูตรในการคำนวณ

$$\text{ร้อยละ N} = \frac{14 \times (V_1 - V_2) \times \text{normality of HCl (mol/L)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000}$$

เมื่อ V_1 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตตัวอย่าง
 V_2 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต blank

ร้อยละ Protein = ร้อยละ N \times ตัวแปรเตอร์ (F)

เมื่อ F คือ conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน
(โปรตีนในอาหารทั่วไปเท่ากับ 6.25)



การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Determination of ash)

เถ้าในอาหาร คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการเผาอาหารที่มีอุณหภูมิสูง จนกระทั่งสารอนินทรีย์ถูกเผาไหม้ เถ้าที่ได้มีส่วนประกอบของแร่ธาตุไม่เหมือนเดิมทุกอย่าง เนื่องจากแร่ธาตุบางอย่างอาจจะหายไประหว่างการเผา ค่าของเถ้าที่หาได้สามารถบอกถึงคุณภาพของอาหารนั้น ถ้าค่าของเถ้าสูงกว่าปกติก็หมายถึงอาจมีการปลอมปนสารอื่นเข้ามาในอาหารนั้น เช่น ทราาย แร่ธาตุ ภายในเถ้าจะประกอบด้วยโปตัสเซียม โซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่มีในปริมาณมาก ส่วนเหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี จะมีอยู่เป็นปริมาณน้อยมาก ส่วน อาซิติก ไอโอดีน ฟลูออไรด์ และแร่ธาตุอื่นๆจะมีอยู่เป็นปริมาณน้อยมาก

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Crucible)
2. เตาเผาที่ควบคุมอุณหภูมิได้
3. เตาเผา (Muffle)
4. โถดูดความชื้น (Desiccator)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีวิเคราะห์

1. เเผาถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Crucible) ที่อุณหภูมิประมาณ 500- 550 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ชั่งใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบ ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปเผาด้วยเครื่องให้ความร้อนจนหมดควัน
3. นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
4. นำออกมาใส่ในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำมาคำนวณดังสูตรต่อไปนี้

สูตรการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{100 (W_2 - W)}{W_1 - W}$$

เมื่อ	W	คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)
	W ₁	คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)
	W ₂	คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Determination of Carbohydrates)

วิธีหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

คำนวณหาโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง และปริมาณองค์ประกอบอื่นๆ

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต} = 100 - (\text{ร้อยละโปรตีน} + \text{ร้อยละไขมัน} + \text{ร้อยละเถ้า} + \text{ร้อยละความชื้น} + \text{ร้อยละเส้นใยหยาบ})$$



การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดโดยใช้ Lane and Eynon

(Determination Reducing Sugar and Total Sugars)

การเตรียมสารเคมี

1. Fehing's A solution

เตรียมโดยสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 6.92 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

2. Fehing's B solution

เตรียมโดยสารละลายโพตัสเซียมโซเดียมตาร์เตรต 64.6 กรัม และ NaOH 10 กรัมในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

3. Methylene blue ร้อยละ 1

เตรียมโดยสารละลาย Methylene blue 0.5 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร

4. Neutral lead acetate solution ร้อยละ 10

เตรียมโดยสารละลาย Neutral lead acetate 5 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร

5. Potassium oxalate solution ร้อยละ 10

เตรียมโดยสารละลาย Potassium oxalate solution 5 กรัม ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร

6. Standard dextrose solution

เตรียมโดยสารละลาย Anhydrous dextrose 0.2 กรัม (ที่อบจนแห้งแล้ว) ในน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร ครบ 100 มิลลิลิตร

การหาค่ามาตรฐานของสารละลาย Fehing's (Incremental method หรือ Preliminary method)

1. ใช้ปิเปตดูดสารละลาย Fehing's A และ Fehing's B อย่างละ 5 มิลลิลิตร ลงในฟาสก์ 250 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลาย Dextrose จากบิวเรตลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วต้มให้

เดือดนานประมาณ 15 วินาที

3. เติมสารละลาย Methylene blue 2-5 หยด สารละลายจะมีสีน้ำเงินชัดเจน (ถ้าไม่เกิดสีน้ำเงินแสดงว่า Dextrose หรือ ตัวอย่างน้ำตาลมากเกินไป)
4. ไทเทรตต่อ (โดยปล่อยสารละลาย Dextrose) จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดงอิฐ แสดงว่าถึงจุดยุติ
5. บันทึกผลมิลลิลิตร ของสารละลาย Dextrose ที่ใช้ในการไทเทรต

การหา Reducing sugar และ Total sugars

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ลงใน Volumetric flask ละลายด้วยน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. เติม ร้อยละ 10 Neutral lead acetate solution 2 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
3. เติม ร้อยละ 10 Potassium oxalate solution ปริมาณเล็กน้อย เพื่อให้ตกตะกอน Neutral lead acetate solution มากที่สุด
4. ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร
5. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แบ่ง Filtrate (Clarified solution) ออกเป็น 2 ส่วน
6. ส่วนที่ 1 นำมา 150 มิลลิลิตร ไทเทรตหา Reducing sugar ตามวิธี Incremental method หรือ Preliminary method
7. ส่วนที่ 2 นำมาหา Total sugar 50 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask แล้วเติม HCl (1:1) 5 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือด 10 นาที เพื่อให้เกิด Hydrolysis ทำให้เย็นลง และ ทำให้เป็น กลางด้วย 5 N NaOH แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร นำมาไทเทรตกับ Fehing's solution ตามวิธี Incremental method หรือ Preliminary method

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ Reducing sugar} = \frac{\text{แฟกเตอร์} \times \text{ปริมาณเจือจาง} \times 100}{\text{ไตเตอร์} \times \text{น้ำหนักหรือปริมาตรตัวอย่าง}}$$

$$\% \text{ Sucrose} = 0.95 \times (B-A)$$

$$\% \text{ Total sugar} = A + \% \text{ Sucrose}$$

$$\text{Factor} = \text{Titre Volume} \times \text{g.dextrose in 1.0 ml}$$

หมายเหตุ

$$A = \text{Reducing sugar} \quad B = \text{Total sugar}$$

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยทั้งหมด (Total dietary fiber)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง
2. ตู้อบสูญญากาศ (vacuum oven)
3. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
4. ระบบสูญญากาศ พร้อมชุดกรองสารละลายตัวอย่าง
5. เครื่องบดตัวอย่าง
6. อ่างน้ำร้อน (water bath)
7. pH meter
8. เตาเผา
9. Fritted Crucible
10. โถดูดความชื้น (Desiccator)

สารเคมี

1. Acetone
2. Ethanol ร้อยละ 98
3. Ethanol ร้อยละ 8
4. Phosphate buffer 0.08 M ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร
5. 1 M HCl 325 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร
6. Celite, acid-washed
7. เอนไซม์ 3 ชนิด ได้แก่
 - Termamyl solution
 - Protease
 - Amyloglucosidase

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. บดตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วทำการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ แล้วเก็บในโถดูดความชื้น ให้ทำตัวอย่างซ้ำ 3 ตัวอย่าง
2. ชั่ง celite ประมาณ 0.5 กรัม จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ใน Fritted Crucible นำไปอบให้น้ำหนักคงที่
3. เติม Phosphate buffer pH 6.0 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงใน digestion flask เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน
4. เติม Termamy solution แล้วปิด flask ด้วย aluminium foil
5. บ่มตัวอย่างโดยนำ digestion flask ตั้งในอ่างน้ำเดือด 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำการเขย่าทุกๆ 5 นาที
6. ทิ้งใน digestion flask เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วทำการปรับ pH ด้วยสารละลาย 0.275 N NaOH 10 มิลลิลิตร ให้ pH เป็น 7.5
7. ชั่ง protease 50 มิลลิกรัม ใส่ใน phosphate buffer 1 มิลลิลิตร ปิเปตมา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ใน digestion flask
8. บ่มตัวอย่างในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิแบบมีระบบเขย่าต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
9. ทิ้งใน digestion flask เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วทำการปรับ pH ด้วยสารละลาย HCl 10 มิลลิลิตร ให้ pH เป็น 4.00 – 4.60
10. เติมสารละลาย amyloglucosidase 0.3 มิลลิลิตร
11. บ่มตัวอย่างในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิแบบมีระบบเขย่าต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
12. เติม Ethanol ร้อยละ 95 ปริมาตร 280 มิลลิลิตร แล้วทิ้งให้ตกตะกอน ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
13. กรองสารละลายตัวอย่างใน digestion flask ที่ผ่านการตกตะกอนใน crucible ที่เตรียมไว้ แล้วล้างด้วย Ethanol ร้อยละ 78 3 ครั้ง ครั้งละ 20 มิลลิลิตร ต่อด้วยล้าง Ethanol ร้อยละ 95 2 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิลิตร และ acetone 2 ครั้ง ครั้งละ 10 มิลลิลิตร
14. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกว่าน้ำหนักจะคงที่
15. นำ residue ชุดที่ 1 มาหาปริมาณโปรตีนที่เหลือจากการย่อยด้วยเอนไซม์ โดยชั่งทั้ง celite และ residue ใส่ลงในหลอดย่อยตัวอย่างขนาด 250 มิลลิลิตร แล้ววิเคราะห์หาปริมาณ

โปรตีนใน residue โดยวิธี Kjeldahl

16. นำ residue ชุดที่ 2 มาหาปริมาณเถ้าโดยนำมาเผาในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็น นำมาชั่งน้ำหนักจนกว่าจะคงที่

สูตรการคำนวณ

การหาค่า Blank

$$B = \text{Blank (g)} = RB - PB - AB$$

$$RB = \text{ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue ของ blank 2 ชุด (กรัม)}$$

$$PB = \text{น้ำหนักของโปรตีนใน residue ของ blank ชุดที่นำมาหาโปรตีน (กรัม)}$$

$$AB = \text{น้ำหนักของเถ้าใน residue ของ blank ชุดที่นำมาหาเถ้า (กรัม)}$$

$$\text{Total Dietary Fiber\%} = [(R - P - A - B) \times 100] / W$$

หมายเหตุ

$$R = \text{ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก residue ของตัวอย่าง 2 ชุด (กรัม)}$$

$$P = \text{น้ำหนักโปรตีนใน residue ของตัวอย่าง ชุดที่นำมาหาโปรตีน (กรัม)}$$

$$A = \text{น้ำหนักเถ้าใน residue ของตัวอย่างชุดที่นำมาหาเถ้า (กรัม)}$$

$$B = \text{น้ำหนัก blank (กรัม)}$$

$$W = \text{ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวอย่าง 2 ชุด (คำนวณเป็นน้ำหนักตัวอย่างที่ยังไม่อบแห้ง) (กรัม)}$$



ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์ และรา (AOAC, 2000)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ที่เตรียมและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. Peptone ที่เตรียม และผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว สำหรับเจือจางตัวอย่างอาหาร
3. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. ปิเปตขนาด 1, 5 และ 10 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
5. ตัวอย่างอาหาร
6. กรดทาทาริกเข้มข้นร้อยละ 10

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใน Peptone 225 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน
ดูด 1 มิลลิลิตร ลง Peptone 9 มิลลิลิตร เป็นระดับเจือจางที่ 10^{-2} เท่า ทำต่อไปจนถึง 10^{-5} เท่า
2. ดูดอาหารแต่ละเจือจาง เจือจางละ 1 มิลลิลิตร ลงจานเพาะเชื้อ ทำ 3 ซ้ำ
3. เติมกรดทาทาริก 1 มิลลิลิตร ใน อาหาร PDA 100 มิลลิลิตร ที่หลอมเหลว ปล่อยให้อุณหภูมิ
ลดเหลือ 45 องศาเซลเซียส
4. เมื่ออาหารได้ที่แล้ว เทลงจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอยู่ หมุนวนไปซ้ายและขวา ปล่อยให้อาหาร
แข็งตัว
5. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
6. นับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ แล้วทำการบันทึกผล

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher
5. กระบอกตวง

สารเคมี

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. Plate Count Agar (PCA)

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 2 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า
2. ปิเปตจุดผลิตภัณฑ์ขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 จำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างที่ 10^{-2} ทำการเจือจางตัวอย่างไปจนถึง 10^{-5} เท่า
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า มา 0.1 มิลลิลิตร ลงอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วทำการ spread plate แล้วทำจนครบถึง 10^{-5} เท่า
4. บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ แล้วทำการบันทึกผล

ภาคผนวก ฉ
แบบประเมินทางประสาทสัมผัส



ชุดที่.....

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรพื้นฐาน

วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับ ความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

5 = เฉยๆ

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ ทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความคงตัว)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ชุดที่.....

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับ ความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

5 = เฉยๆ

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ ทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
กลิ่นรส			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความคงตัว)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ชุดที่.....

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

วันที่.....

ตอนที่ 1 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

5 = เฉยๆ

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ ทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
กลิ่นรส			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความคง ตัว)			
ความชอบโดยรวม			

ตอนที่ 2 ถ้าหากผู้วิจัยมีการเสริมกลิ่นผลไม้สังเคราะห์ในตัวอย่างที่ผู้ทดสอบคิดว่าดีที่สุด ทางผู้ทดสอบเห็นว่า ควรมีการเสริมกลิ่นผลไม้สังเคราะห์หรือไม่

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องสี่เหลี่ยม (เพียง 1 ช่องเท่านั้น)

1. ผู้ทดสอบคิดว่าควรมีการเสริมกลิ่นผลไม้สังเคราะห์ ในตัวอย่างที่ผู้ทดสอบคิดว่าดีที่สุดหรือไม่

ควรเสริมกลิ่นผลไม้สังเคราะห์ (กรุณาทำข้อถัดไป)

ไม่ควรเสริมกลิ่นผลไม้สังเคราะห์ (ไม่ต้องทำข้อถัดไป)

2. ชนิดของกลิ่นผลไม้สังเคราะห์

แอปเปิ้ล

องุ่น

กีวี

อื่นๆ โปรดระบุ.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



ชุดที่.....

แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์เฮลตี้กิ่งสำเร็จรูป
จากหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

ส่วนที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

กรุณาทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงใน ตามลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

15-24 ปี

25-34 ปี

มากกว่า 35 ปี

3. ระดับการศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.

อนุปริญญา/ปวส.

ปริญญาตรี

สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ

ครู/อาจารย์

นักเรียน/นักศึกษา

แม่บ้าน/พ่อบ้าน

อื่นๆ

5. ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

น้อยกว่า 5,000 บาท

5,001 – 7,500 บาท

7,501 – 10,000 บาท

10,001 – 15,000 บาท

15,001 – 30,000 บาท

มากกว่า 30,000 บาท

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูป

6. ปกติท่านนิยมบริโภคเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปหรือไม่

ใช่ ไม่ใช่

7. ท่านเคยรับประทานเยลลี่กึ่งสำเร็จรูปหรือไม่

เคย ไม่เคย

8. หากมีผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) ท่านจะสนใจหรือไม่

สนใจ ไม่สนใจ (จบแบบสอบถาม)

9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปที่ไหนบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า
- ซูเปอร์มาร์เก็ต
- ร้านสะดวกซื้อ/ตลาดทั่วไป
- ร้านค้าตามตึกแถว
- อื่นๆ.....

10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- รสชาติอร่อย
- มีราคาถูก
- หาซื้อได้ง่าย
- นำทานำรับประทาน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค

11. กรุณารับประทานผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ท่านมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ใน
แต่ละด้าน และใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	ระดับความพึงพอใจ			
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. ลักษณะปรากฏ				
2. สี				
3. กลิ่น				
4. กลิ่นรส				
5. รสชาติ				
6. เนื้อสัมผัส (ความคงตัว)				
7. ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน

ยอมรับ ไม่ยอมรับ

12. หากมีผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

ซื้อ ไม่ซื้อ ไม่แน่ใจ

14. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เยลลี่กึ่งสำเร็จรูปจากหญ้าหวาน บรรจุใส่ถุงซีล โดย 1 ถุงสามารถต้มในน้ำเดือด 443 กรัม เพื่อขึ้นรูปเป็นเยลลี่ ท่านคิดว่าควรมีราคาเท่าไร

25 บาทต่อถุง 35 บาทต่อถุง
 30 บาทต่อถุง



ภาคผนวก ข

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่อ่อน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่อ่อน

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะเยลลี่พร้อมบริโภครวมอยู่ในลักษณะกึ่งแข็ง บรรจุในภาชนะบรรจุ ไม่ครอบคลุมถึงเยลลี่เหลวและเยลลี่แห้งที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เยลลี่อ่อน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติ หรือสมุนไพร มาคั้นหรือสกัด แล้วผสมกับสารให้ความหวานและสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน คาราจีแนน วุ้น ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะกึ่งแข็งอาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ผลไม้ ธัญชาติ สมุนไพร เคี้ยวให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม อาจแต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ บรรจุในภาชนะ บรรจุที่ปิดได้สนิท

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๓.๑ ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นก้อนวุ้นและคงรูปเมื่อเทออกจากภาชนะบรรจุ
- ๓.๒ สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้และสม่ำเสมอ
- ๓.๓ กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
- ๓.๔ ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องนุ่มหยุ่นตัวไม่แข็งกระด้าง เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้วต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
- ๓.๕ สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
- ๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสียให้ใช้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
- ๓.๗ จุลินทรีย์
- ๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม
- ๓.๗.๒ สตาฟีโลค็อกคัสออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๓ ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเยลลี่อ่อน ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเยลลี่อ่อนในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้งผึ่งได้สนิทและสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้นของเยลลี่อ่อนในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเยลลี่อ่อนทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้อย่างชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เยลลี่อ่อนรสกระเจี๊ยบ เยลลี่อ่อนสมุนไพร

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น

(๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๖) ข้อเสนอแนะในการบริโภคและการเก็บรักษา เช่น เก็บได้ในอุณหภูมิห้อง ควรเก็บไว้ในตู้เย็น

(๗) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่นในที่นี้ หมายถึง เยลลี่อ่อนที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้วจำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๒ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมกันไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ๗.๓ เกณฑ์ตัดสินตัวอย่างเยลลี่อ่อนต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อจึงจะถือว่าเยลลี่อ่อนรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเยลลี่อ่อนอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ เทตัวอย่างเยลลี่อ่อนลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ (ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษาการทำความสะอาดและสะดวกในการปฏิบัติงาน

ก.๑.๒.๑ พื้นฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ใช้ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิมล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้สะอาด เหมาะสมกับการใช้งานไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุประสงค์และส่วนผสมในการทำสะอาดมีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำการเก็บรักษาการขนย้ายและการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำเป็นน้ำสะอาด และมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงไม่ให้เข้าไปในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้งอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาดและใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลงใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและเก็บแยกจากบริเวณที่ทำเพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาดมีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่วิวเล็บยาวล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงานหลังการใช้ห้องสุขา



เอกสารอ้างอิง

- เกียรติกุล แยมพราย. 2547. **หลักการการวัดสี (Color Measuring)**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.aballtechno.com>, 5 มกราคม 2562.
- จุฑามาศ พีรพัชระ. 2555. **เยลลี่ผลไม้**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://decade1.ird.rmutp.ac.th>. เอกสารฝึกอบรม. 28 กรกฎาคม 2561.
- ชรินทร์ บุญกาวิน. 2552. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสาหร่ายไถ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sci_Ed/Charinrat_U.pdf, 28 กรกฎาคม 2561.
- เทวรัตน์ ทิพย์วิมล. 2555. **การคงคุณภาพผักอบแห้งกิ่งสำเร็จรูป ด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบปั๊มความร้อน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:<http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream.pdf>, 28 กรกฎาคม 2561.
- เนตรนภาพร ไกลสิน. 2545. **ศึกษาการผลิตเยลลี่เห็ดหูหนูขาวและเห็ดหูหนูดำ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://test.ifrpd.ku.ac.th.pdf>, 28 กรกฎาคม 2561.
- นิธิยา เจริญพงษ์. 2547. **ผลของสารที่ทำให้เกิดเจลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่รสนมผสมสตอเบอรี่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.thapra.lib.su.ac.th/Fulltext.pdf>, 28 กรกฎาคม 2561.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543 เรื่อง **แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท**
- พรรณจิรา วงษ์สวัสดิ์. 2545. **กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ผงโดยใช้เครื่องอบแห้ง**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://digital.lib.kmutt.ac.th.pdf>, 28 กรกฎาคม 2561.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. **Crude fiber**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2208/crude-fiber>, 10 มกราคม 2562.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. **Crude ash / ถ้ำหยาบ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2736/crude-ash>, 10 มกราคม 2562.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. **Moisture content / ความชื้น**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0830/moisture-content>, 5 มกราคม 2562.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. **Water activity / แอคติวิตี**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0551/water-activity>, 5 มกราคม 2562.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. **คาราจีแนน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1274>, 30 ธันวาคม 2561.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. **เจลาติน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/1008/gelatin>, 29 ธันวาคม 2561.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. **เยลลี่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/882/jelly>, 28 กรกฎาคม 2561.
- ภัทรภรณ์ ศรีสมรรถการ. 2548. **ผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเกี๋ยง**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.rspg.or.th/articles/e_book/.pdf, 28 กรกฎาคม 2561.
- ไมตรี กิจไสว. 2553. **หญาหวานต้านโรค พิสูจน์ได้จริงหรือไม่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.pobpad.com>, 28 กรกฎาคม 2561.
- มัทนียา อารังโชติ. 2558. **หญาหวาน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://puechkaset.com>, 28 กรกฎาคม 2561.
- มานิต หนูสา. ม.ป.ป. **การเปรียบเทียบผลของสารสตีวีโอไซด์ และสารสตีวีออลต่อการเปลี่ยนเป็นเซลล์ไขมัน ของเซลล์**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_5512030056_3045_3105.pdf, 28 กรกฎาคม 2561.
- ลดาวรรณ โห้สงวน. 2558. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ธัญพืชเพื่อสุขภาพ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://tci-thaijo.org/index.php/JFTSU>, 28 กรกฎาคม 2561

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์. 2539. การพัฒนาเยลลี่ผลไม้เสริมใยอาหารจากแป้งบุก. [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก : <https://kukr.lib.ku.ac.th/db/index.php?/>, 28 กรกฎาคม 2561
- วทันยา ลิ้มปพยอม. 2555. การสกัดสารให้ความหวานชนิดไซรัปจากหญ้าหวาน. [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก : <http://www.crdc.kmutt.ac.th/Data%202012/CRDC6/data/497-500.pdf>, 28 กรกฎาคม 2561
- วัฒนา สุขสร. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอจิกข้าวกล้องหอมมะลิกิ่งสำเร็จรูป. [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก : <https://kukr.lib.ku.ac.th/db/index.php>, 28 กรกฎาคม 2561.
- วิรัชชัย อารีกุล และ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์. ม.ป.ป. การพัฒนาชาเขียวกู่หลานผงสำเร็จรูปด้วย
วิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย และความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา.
[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://doi.nrct.go.th/ListDoi/Download/185511/>,
28 กรกฎาคม 2561.
- ศิมาภรณ์ มีแสง. ม.ป.ป. Jelly / เยลลี่. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : www.foodnetworksolution.com,
28 กรกฎาคม 2561.
- ศิวาพร วรรณศิริ. 2546 โครงสร้างของหญ้าหวาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
<https://www.disthai.com>, 29 กรกฎาคม 2561.
- สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2557. หญ้าหวาน สมุนไพรรสหวานเจี๊ยบ เปี่ยมคุณค่า.
[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://health.kapook.com/view97064.html>,
29 กรกฎาคม 2561.
- สายสมร. 2547. ผลของสารที่ทำให้เกิดเจลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่รสนมผสม
สตอเบอร์รี่. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/.pdf>, 27
กรกฎาคม 2561.
- สุธาสินี น้อยสุวรรณ. 2543. การใช้แป้งบุก *Amorphophallus oncophyllus* ในผลิตภัณฑ์
เยลลี่. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaithesis.org/>, 27 กรกฎาคม 2561.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2541. แยม เยลลี่ และมาร์มาเลต ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://food.fda.moph.go.th/.pdf>, 28 กรกฎาคม 2561.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2558. สำนักส่งเสริมและสนับสนุนอาหารปลอดภัย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodsafety.moph.go.th/th/news-national-detail>, 27 กรกฎาคม 2561.
- สำนักส่งเสริมและสนับสนุนอาหารปลอดภัย. 2558. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodsafety.moph.go.th/th/news-national>, 28 กรกฎาคม 2561.
- ททัยชนก กันตรัง. ม.ป.ป. สมุนไพรที่มีรสหวาน แต่เปี่ยมไปด้วยคุณค่า. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://irrigation.rid.go.th/rid14/mss58/commu/07july/09-07-58-08-3803.pdf>, 28 กรกฎาคม 2561.
- อภัย. 2557. หญ้าหวาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://haamor.com>, 29 กรกฎาคม 2561.
- Chatsudthipong,V. and Muanprasat,C. 2009. **Stevioside and related compounds.** [Online] Availble from : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19000919>, 28 July 2018.
- Goyal SK., Samsher and Goyal RK. 2010. **Stevia (Stevia rebaudiana) a bio-sweetener.** [Online] Availble from : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19961353>, 28 July 2018.
- Rajab R., Mohankumar C., Murugan K., Harish M. and Mohanan, 2009. **PV. Purification and toxicity studies of stevioside from Stevia rebaudiana Bertoni.** [Online] Availble from : <https://www.researchgate.net/publication>, 28 July 2018.

ประวัติผู้ศึกษา



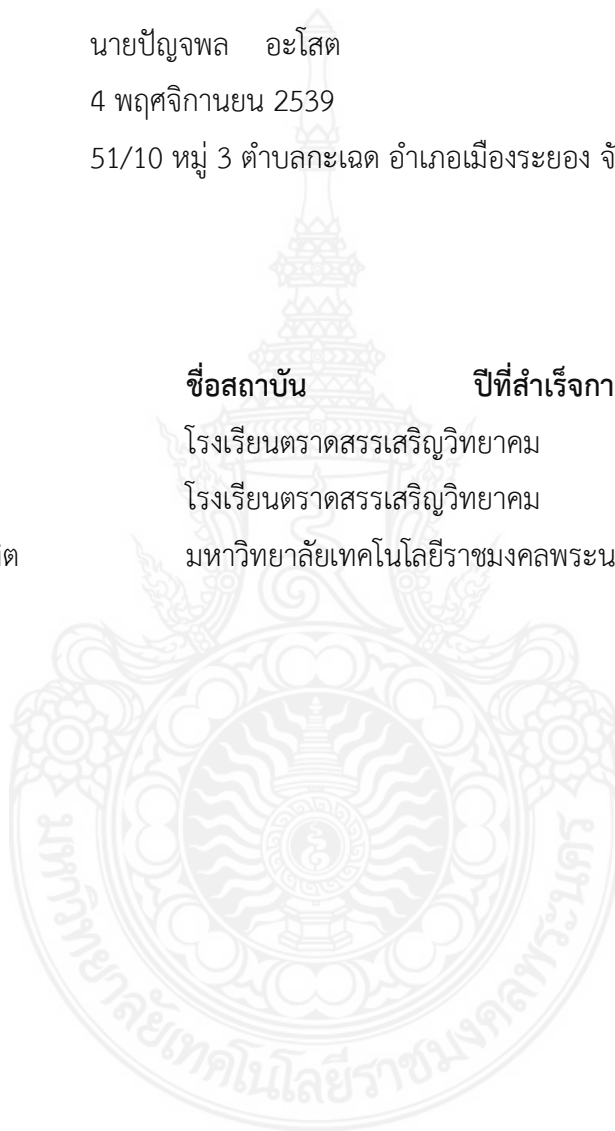
ประวัติผู้ศึกษา



ชื่อ นาสกุล นายปัญญาพล อะโสต
 วัน เดือน ปีที่เกิด 4 พฤศจิกายน 2539
 ที่อยู่ปัจจุบัน 51/10 หมู่ 3 ตำบลกะเจ็ด อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง 21100

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
มัธยมตอนต้น	โรงเรียนตราดสรรเสริญวิทยาคม	2554
มัธยมตอนปลาย	โรงเรียนตราดสรรเสริญวิทยาคม	2557
วิทยาศาสตร์บัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561



ประวัติผู้ศึกษา



ชื่อ นาสกุล นางสาวณัฐนรี ประดิษฐ์
 วัน เดือน ปีที่เกิด 17 พฤศจิกายน 2539
 ที่อยู่ปัจจุบัน 204 ถนนสามเสน 1 แขวงวัดแขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพฯ

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอรุณวิทยา	2554
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนอรุณวิทยา	2557
วิทยาศาสตร์บัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561

