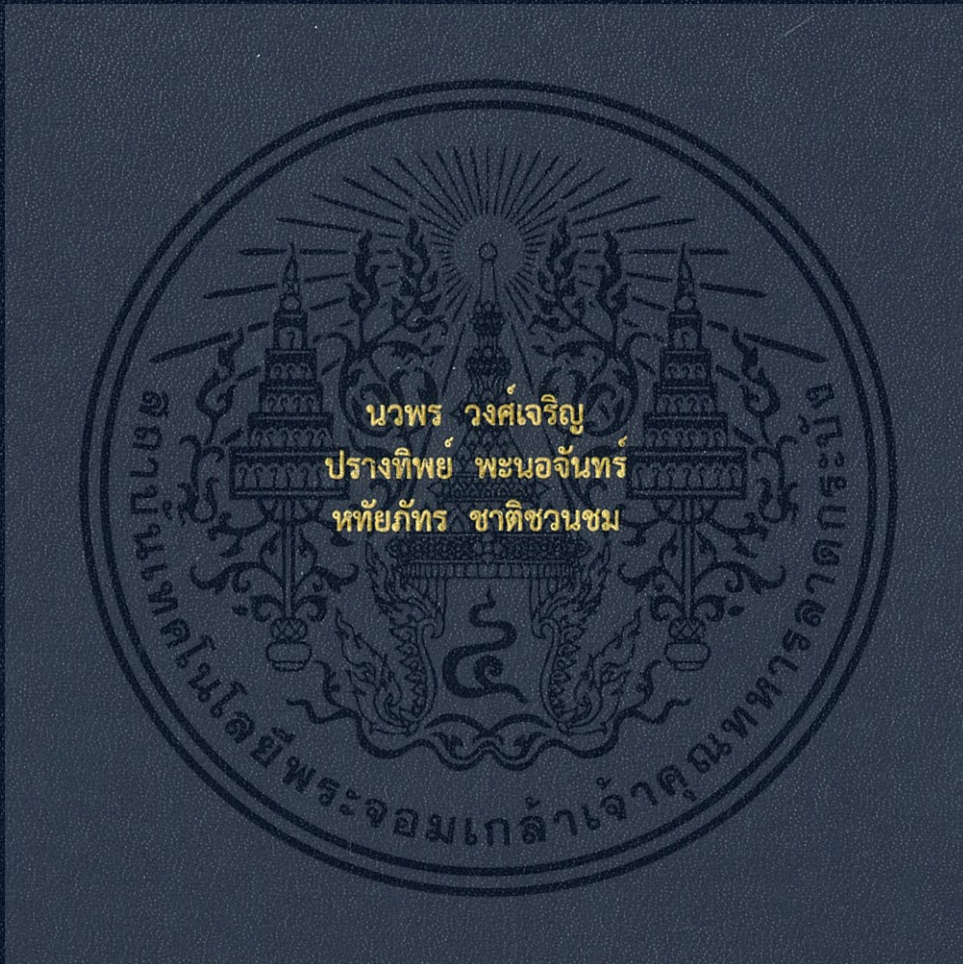


เยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส

Ready-To-Eat-Soft Jelly from Jellose



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

เยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส  
Ready-To-Eat-Soft Jelly from Jellose



T148876

นवर วงศ์เจริญ  
ปรางทิพย์ พระนอจันทร์  
หทัยภัทรชาติชวนชม

เลขหมู่.....148876  
เลขทะเบียน.....  
วันเดือนปี 30 พ.ย. 2559

b. 10877128  
l.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ.2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส  
Ready-To-Eat-Soft Jelly from Jellose

จัดทำโดย

นภาพร	วงศ์เจริญ	รหัสนักศึกษา 55080030
ปรางทิพย์	พะนอจันทร์	รหัสนักศึกษา 55080034
หทัยภัทร	ชาติชวนชม	รหัสนักศึกษา 55080063

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

*วุฒิชัย นาครักษา*

*3 / ๕๒ / ๕๙*

(รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	เยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส
ชื่อนักศึกษา	นวพร วงศ์เจริญ รหัสนักศึกษา 55080030 ปรางทิพย์ พะนอจันทร์ รหัสนักศึกษา 55080034 หทัยภัทร ชาตixonชม รหัสนักศึกษา 55080063
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมและศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน โดยใช้เจลโลสและเพกทินเป็นสารที่ทำให้เกิดเจล โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x4 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษามี 2 ปัจจัยคือ อัตราส่วนระหว่างเจลโลสต่อเพกทิน 3 ระดับ 1:0, 1:1 และ 0:1 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) และปริมาณของสารที่ทำให้เกิดเจล 4 ระดับ ได้แก่ 0.5, 1, 1.5 และ 2 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) โดยเตรียมด้วยสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 50 %(นน./นน.) ในอัตราส่วนสารละลายน้ำตาลต่อสารละลายสารที่ทำให้เกิดเจลคือ 2:1 (นน./นน.) มีการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพได้แก่ ความแข็งของเจล ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกโครงสร้างของเจลตามมาตรฐานการผลิตสมัครใจจากประเทศญี่ปุ่นปีพ.ศ.2555 และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point Hedonic Scale เพื่อคัดเลือกโครงสร้างของเจลที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากนั้นจึงทำการเติมแต่งกลิ่นรสน้ำมะขามด้วยน้ำมะขามหวานเข้มข้น (pH=3.01 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 28°บริกซ์) 3 ระดับคือ 3, 5 และ 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) และทดสอบการยอมรับด้วยวิธีการชิมแบบ Just about right method (JAR) พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบคือเยลลี่ที่ผลิตจากเจลโลส 0.5 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 50°บริกซ์ และเติมน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) แต่คุณลักษณะรสชาติความหวานมีจำนวนผู้ทดสอบที่เลือก "enough" <70% จึงต้องทำการปรับปรุงคุณลักษณะรสชาติความหวานอีกครั้ง จากการปรับปรุงพบว่าเยลลี่ที่ผลิตจากเจลโลส 1 %(นน./นน.ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 45°บริกซ์ ผู้ทดสอบเลือก "enough" ≥ 70% จากนั้นนำมาวัดความแข็งของเจล ความหนืด สี และการทดสอบประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point Hedonic Scale นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของการเก็บรักษาที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4°ซ. โดยทำการตรวจสอบทางกายภาพ ตรวจสอบจุลินทรีย์ทั้งหมด (ไม่เกิน 1x10<sup>4</sup> CFU/มล.) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่เหลว (มผช.518/2547) และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Overall Different From Control ในทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบกับเยลลี่ที่ทำขึ้นใหม่(ตัวควบคุม) พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของเยลลี่ได้ในสัปดาห์ที่ 6 จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเจลโลสและเพกทินกับค่าความแข็งของเจล พบว่าความเข้มข้นของเจลโลสมีผลต่อค่าความแข็งของเจลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คำสำคัญ: เยลลี่ เจลโลส เพกทิน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ผลของเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title Ready-to-eat-soft jelly from Jellose  
 Student name Nawaporn Wongcharoen Student ID 55080030  
 Prangtip Panochan Student ID 55080034  
 Hathaipat Chartchuanom Student ID 55080063  
 Program Bachelor of Science in Food Science and Technokogy  
 Year 2016  
 Advisor Assoc.Prof.Dr. Woatthichai Narkrugsa

## ABSTRACT

This research aims to study the appropriate formula and study effect on storage of the ready to eat jelly from jellose and pectin as gelling agent and experimental design with 3x4factorial in completely randomized design (CRD). The factors that are used in the study has two-factor is the ratio between jellose:pectin on 3 Level include 1:0 ,1:1 and 0:1(%w/w,db) and concentrate of gelling agent 4 Level there are 0.5,1.0,1.5 and 2(%w/w,db) by preparing with sucrose syrup concentration of 50% (%w/w). The ratio of the sucrose syrup : gelling agent is 2:1 (%w/w). and investigate the Physical property include the gel strength which is used as the condition to select structure of gel follow the Universal Design Food from Japan in the year 2012. The formulations were subjected to preference test by Hedonic method to select structure of gel ,after that the jelly formulation were prepared containing different concentrations of concentrate tamarind juice (pH=3.01 and have total soluble solids 28 °brix) in 3 Level include 3, 5, and 7(%w/w,db) and an acceptance test by just about right method (JAR) found that the untrained panelist accept jelly from jellose 0.5(%w/w,db) and use sucrose syrup concentration of 50 ° brix and contain concentrate tamarind juice 7(%w/w,db) but the percentage of enough of jelly less than 70% ,it's must improve the sweetness. From the improve found that jelly 1(%w/w,db) use sucrose syrup concentration of 45 ° brix is the better and this formulation investigate gel strength, viscosity, color(L\*,a\*,b\* and Hue angle), overall acceptant by Overall difference from control method and microbiology by total plate count (<math>1 \times 10^4</math> CFU/mL) found that untrained panelist separate from difference in 6<sup>th</sup> week. From linear regression between concentrate of jellose:pectin and gel strength revealed that concentrate of jellose effect to gel streangth highly significant difference at  $p < 0.01$

Keywords: Jelly, Jellose, Pectin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจากรศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้คำแนะนำแนวทางและข้อคิดเห็นต่างๆเสมอมา จึงรู้สึกซาบซึ้งและขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.ระจิตร สุพานิช ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบปัญหาพิเศษและกรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในส่วนที่บกพร่องในงานวิจัยให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น รวมไปถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดระยะเวลาของการศึกษาจนกระทั่งมีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณบริษัทปิ่นเพชร จำกัด จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนในด้านวัสดุดิบ ได้แก่ เนื้อมะขามหวาน และ เจลโลส ที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและคอยดูแลอำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือและสารเคมีในงานวิจัยครั้งนี้รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ คณะอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความปรารถนาดีจากทุกคนเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และญาติมิตรที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด

นภาพร วงศ์เจริญ  
ปรางทิพย์ พะนอจันทร์  
หทัยภัทร ชาติชวนชม  
3 มิถุนายน 2559

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เยลลี่.....	3
2.2 เจลโลส.....	4
2.3 เพกทิน.....	5
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	8
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี.....	8
3.2 อุปกรณ์.....	8
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	9
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	14
4.1 ผลการสำรวจข้อมูลทางการตลาดเกี่ยวกับเยลลี่ที่จำหน่ายในประเทศไทย.....	14
4.2 ผลการศึกษาผลของเจลโลสและเพกทินในการเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลต่อโครงสร้างของเยลลี่ที่เตรียมด้วยสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 ๐บริกซ์.....	15
4.3 ศึกษาปริมาณน้ำมะขามเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเติมแต่งกลิ่นรสผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน พร้อมทั้งพัฒนาสูตรให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค.....	21
4.4 แนวทางในการปรับปรุงคุณลักษณะรสชาติความหวานของเยลลี่ให้มีรสชาติความหวานลดลง.....	23
4.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเยลลี่ที่เติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้นสูตรเจลโลส 1.00 (%นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45 ๐บริกซ์ จากข้อ 4.4.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	33
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก.....	36
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและวิเคราะห์.....	37
ภาคผนวก ข การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ.....	39
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.....	43
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี.....	46
ภาคผนวก จ การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด.....	52
ภาคผนวก ฉ การคำนวณต้นทุนการผลิตเยลลี่พร้อมรับประทาน.....	54
ภาคผนวก ช มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.....	55
ภาคผนวก ซ โปรแกรมที่ใช้คำนวณทางสถิติ.....	63
ภาคผนวก ฌ สารเคมีที่ใช้.....	64
ประวัติผู้เขียน.....	66

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	มาตรฐานการผลิตสมัครใจ ที่เรียกว่า Universal Design Food.....	2
4.1	ข้อมูลค่าความแข็งของเจลแบบถ้วย.....	14
4.2	ข้อมูลค่าความหนืดของเจลแบบซอง.....	14
4.3	ความสามารถในการเกิดเจลของของผสมระหว่างเจลโลสและเพกทินที่เตรียมด้วยสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 °บริกซ์.....	15
4.4	ค่าความแข็งของเยลลี่ที่ใช้สารที่ทำให้เกิดเจล เจลโลส:เพกทิน 1:0 %(นน./นน.)	17
4.5	ค่าความแข็งของเยลลี่ที่ใช้สารที่ทำให้เกิดเจล เจลโลส:เพกทิน 1:1%(นน./นน.)	18
4.6	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเจลโลส:เพกทิน,ความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดเจลกับค่าความแข็งของเจล.....	19
4.7	คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic Scale ของเยลลี่ที่ใช้เจลโลส : เพกทิน (1:0) 0.5 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนักแห้ง) และของเยลลี่ที่ใช้เจลโลส : เพกทิน (1:1) 0.5 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 °บริกซ์.....	21
4.8	คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic scale ของเยลลี่ที่เติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้นในปริมาณ 3,5และ7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด).....	22
4.9	การทดสอบการยอมรับเยลลี่ที่เติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) โดยวิธี JAR.....	23
4.10	ระยะเวลาการเกิดเจลของเยลลี่ที่ใช้เจลโลส 0.75และ 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยนน.แห้ง) ที่ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาล 45°บริกซ์.....	24
4.11	การทดสอบการยอมรับโดยวิธี JAR ของเยลลี่ที่เติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.ของน้ำหนักเยลลี่) หลังจากการปรับปรุงสูตร.....	24
4.12	คะแนนความชอบ 9-point Hedonic Scale ของเยลลี่ที่ทำการปรับปรุงสูตร.....	25
4.13	องค์ประกอบทางเคมีของเยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด).....	26
4.14	ค่าความแข็งของเจลของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสมะขามด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	27
4.15	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความแข็งของเจล.....	27
4.16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าHue angle.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.17	ค่าความหนืด ของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมดโดย น้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	29
4.18	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความหนืด.....	30
4.19	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด).....	31
4.20	การทดสอบด้วยค่า t-test ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด).....	32
ข.1	ตารางแสดงค่าสีในระบบ CIE L*,a*,b* และค่า Hue angle ของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้ง) 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ที่ระยะเวลาต่างๆ.....	41

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของเจลโลส(Jellose).....	4
2.2 แสดงโมเลกุลของเพกทิน(เส้นสีชมพู)ในเนื้อเยื่อของผัก ผลไม้ บริเวณmiddle lamellaและผนังเซลล์ (cellwall).....	5
2.3 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของเพกทิน.....	6
3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	8
3.2 แผนผังกระบวนการผลิตเยลลี่มะขามหวาน.....	10
3.3 แผนผังกระบวนการเตรียมน้ำมะขามเข้มข้น.....	11
4.1 ส่วนแบ่งการตลาดเยลลี่ในปี 2555-2556 และตลาดเยลลี่พร้อมดื่มในปี 2558.....	14
4.2 แสดงลักษณะปรากฏของเยลลี่ที่ใช้ชนิดของสารที่ทำให้เกิดเจลและปริมาณต่างกัน ดังนี้.....	16
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งของเจล ของเจลโลส:เพกทิน 1:0 % (นน./นน.) 50 <sup>o</sup> บริกซ์ กับเวลา.....	17
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งของเจล ของเจลโลส : เพกทิน 1:1 % (นน./นน.) 50 <sup>o</sup> บริกซ์ กับเวลา.....	18
4.5 กราฟ 3-D scatter แสดงข้อมูลของค่าความแข็งของเจลของเยลลี่มะขามหวาน จากโปรแกรม SPSS Version 23.0.....	19
4.6 ผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรที่ดีที่สุด.....	25
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีต่อระยะเวลาการเก็บรักษา.....	28
4.8 ลักษณะปรากฏของเยลลี่เมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ.....	30
ข.1 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i ยี่ห้อ Stable Micro System และหัววัด P/0.5R.....	39
ข.2 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง.....	40
ข.3 เครื่องวัดสี Chroma meter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300.....	40
ข.4 เครื่องวัดความหนืด Viscometer ยี่ห้อ Brookfield viscometer รุ่น DV III และหัววัดเบอร์ 61,64.....	42
ง.1 การวิเคราะห์เถ้าในผลิตภัณฑ์เยลลี่.....	46
ง.2 การวิเคราะห์ไขมันในผลิตภัณฑ์เยลลี่.....	47
ง.3 การวิเคราะห์โปรตีนในผลิตภัณฑ์เยลลี่.....	48
ง.4 การวิเคราะห์ใยอาหารในผลิตภัณฑ์เยลลี่.....	49
ง.5 กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส.....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
จ.1	การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา.....	52
จ.2	ผลการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา.....	53
จ.3	สถานที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์เยลลี่.....	53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีส่วนแบ่งตลาดเยลลี่ประมาณ 1,700 ล้านบาท ในปีพ.ศ.2555-2556 และ (ข้อมูลจาก: ณัฐจิตต์.2556..MARKETEER ACADEMY : MARKET DATA. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก : <http://marketeer.co.th/2014/07/marketeer-academy-market-data-2/>. (15 พฤศจิกายน 2558)) และ ในปี 2558 มีส่วนแบ่งตลาดเยลลี่รวม 2,000 ล้านบาท เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเจลลี่ 70 % และยี่ห้ออื่นๆ 30 % (ข้อมูลจาก: นิรนาม.2558.ตลาดเยลลี่พร้อมดื่ม. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก :

<http://marketeer.co.th/2015/07/jelly-to-drink-drink/>. (11 ธันวาคม 2558) ซึ่งเยลลี่นั้นนิยมใช้เพกทิน, คาราจีแนนและเจลาตินเป็นสารที่ทำให้เกิดเจล นอกจากนี้ประเทศไทยต้องนำเข้าเพกทิน, คาราจีแนนและเจลาตินซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการทำเยลลี่ในราคาที่สูงโดยราคาเพกทินขึ้นกับแหล่งวัตถุดิบที่ผลิต โดยเพกทินระดับ food grade ที่สกัดจากแอปเปิ้ล ราคาประมาณ 3,174.23 บาท/100กรัมและเพกทินที่สกัดจากเปลือกชิตรัสราคาประมาณ 2,595.93 บาท/100กรัม คาราจีแนนราคา 2,853.76 บาท/100 กรัม และเจลาตินราคา 1,368.28 บาท/100 กรัม (อัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินดอลลาร์สิงคโปร์ ณ วันที่ 12 พฤษภาคม 2559 1SGD = 25.48 บาท) (ข้อมูลจาก: บริษัท Sigma-Aldrich Co. LLC. ผู้จัดจำหน่าย)

ดังนั้นการจะลดการนำเข้าของเพกทิน, คาราจีแนนและเจลาตินโดยยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวคิดของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (Sufficiency concept of the King Bhumibhol of Thailand) ที่นำวัตถุดิบที่เหลือใช้ภายในประเทศมาทำให้เกิดประโยชน์และเพิ่มมูลค่า (value added concept) จึงนำเมล็ดมะขามที่เป็นผลพลอยได้จากการรับประทานมะขามในครัวเรือนและจากอุตสาหกรรมการแปรรูปมะขามโดยปกติแล้วเราจะทิ้งเมล็ดมะขามไปโดยเปล่าประโยชน์แต่เมื่อนำเมล็ดมะขามมาใช้ในการสกัดเป็นเจลโลสมีคุณสมบัติที่สามารถเป็นสารทำให้เกิดเจล (gelling agent) ได้แล้วก็จะทำให้ขยะที่เกิดเมล็ดมะขามกลายเป็นศูนย์ (zero waste concept) อีกด้วย นอกจากนี้เรายังเล็งเห็นประโยชน์ของมะขามที่มีมากมาย มะขามอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อย่างวิตามินซี วิตามินบี2 วิตามินเอ ธาตุแคลเซียม ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น เราจึงคิดที่จะแต่งรสชาติของเยลลี่ด้วยน้ำมะขามเพราะในปัจจุบันคนไทยเราหันมาสนใจเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น อาหารเพื่อสุขภาพจึงเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน การเติมน้ำมะขามลงไปเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่นี้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์เยลลี่แทนที่จะเป็นแค่อาหารทานเล่นที่ให้เพียงแต่ความอร่อยเท่านั้น

ปัจจุบันนานาประเทศกำลังก้าวเข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) เนื่องจากวิวัฒนาการทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์ที่ทำให้ประชาชนทั่วโลกมีอายุขัยโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้ว รวมถึงกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศในอาเซียน ขณะที่อัตราการเกิดนั้นชะลอลดตัวลง ในการประชุม World Economic forum 2012 สหประชาชาติคาดว่าในปี พ.ศ. 2593 หรืออีกประมาณ 40 ปี ข้างหน้า สัดส่วนประชากรที่เป็นผู้สูงอายุ (อายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป) ในประเทศพัฒนาแล้วจะเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 35 ขณะที่ประเทศกำลังพัฒนามีสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุถึงร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด จึงต้องให้ความสำคัญกับการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อรองรับความต้องการที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ เช่น อาหารที่รับประทานสะดวก เคี้ยวง่ายและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และจากการพัฒนายกระดับมาตรฐานการผลิตในผู้ประกอบการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ญี่ปุ่น ได้มีการสร้างมาตรฐานการผลิตตามมาตรฐานสมัครใจ หรือสมัครใจ ที่เรียกว่า Universal Design Food เป็นมาตรฐานการผลิตเพื่อให้เกิดความง่ายในการบริโภคโดยจะใช้มาตรฐานนี้เป็นตัวกำหนดในการคัดเลือกเจลที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทานเพื่อให้เหมาะสมกับผู้บริโภคที่อยู่ในวัยสูงอายุ โดย Universal Design Food มีการกำหนดลักษณะของอาหารแบ่งเป็น 4 ระดับ โดยใช้มาตรฐานทางกายภาพด้านความแข็งเป็นตัววัดและจำแนกระดับ ตามตารางที่ 1.1 (ข้อมูลจาก: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. นวัตกรรมอาหารสำหรับผู้สูงอายุ. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก : <http://www.nfi.or.th/aging/index.php/>.(12 พฤษภาคม 2559))

ตารางที่ 1.1 มาตรฐานการผลิตสมัครใจ ที่เรียกว่า Universal Design Food

การจำแนกประเภท	ตัวบ่งชี้การเคี้ยว/กัดกิน	ตัวบ่งชี้ของการกลืน	มาตรฐานทางกาย (ความแข็ง : หน่วย $N/m^2$ )	แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์
ระดับที่1 เคี้ยวได้อย่าง ง่ายตาย ระดับที่2	ค่อนข้างยากในการ กินถ้าอาหารมีความ แข็งหรือชิ้นใหญ่ มีความยากในการกิน	สามารถกลืนได้ ปกติ	$5 \times 10^5$	ข้าวต้ม ปลาย่าง ไข่ออมเล็ด
ระดับที่2 บดได้อย่างง่ายด้วย เหงือก	มีความยากในการกิน ถ้าอาหารมีความแข็ง หรือใหญ่	บางครั้งยากต่อ การกลืน ขึ้นอยู่ กับอาหาร	$5 \times 10^4$	ข้าวต้มอ่อนนุ่มเกือบเป็น โจ๊ก ปลาต้ม ไข่ออมเล็ด อ่อนนุ่ม
ระดับที่3 บดได้ง่ายด้วยลิ้น	สามารถกินได้ถ้า อาหารอ่อนนุ่มหรือมี ขนาดเล็ก	บางครั้งยากต่อ การดื่มน้ำและชา	Sol: $1 \times 10^4$ Gel: $2 \times 10^4$	โจ๊ก ปลาต้มอ่อนนุ่ม(ยุ่ย) ไข่นก
ระดับที่4 ไม่จำเป็นต้องเคี้ยว (กลืนได้เลย)	มันยากที่จะกิน แม้แต่อาหารชิ้นเล็กๆ	ยากต่อการดื่มน้ำ และชา	Sol: $3 \times 10^3$ Gel: $5 \times 10^3$	โจ๊กข้นเหนียว ปลาต้ม ข้นเหนียว ไข่ข้น เกือบ ของเหลว

ที่มา : เรียบเรียงเป็นภาษาไทยโดยสถาบันอาหาร

(ข้อมูลเบื้องต้นจาก บริษัท Maruha Nichiro Corporation และ Kewpie (2013))

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำเยลลี่พร้อมรับประทานซึ่งบริโภคโดยการใช้หลอดดูด

1.2.2 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาและการยอมรับในผลิตภัณฑ์เยลลี่ของผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้สูตรที่เหมาะสมในการทำเยลลี่พร้อมรับประทานโดยมีเจลโลสเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลและทราบ

อิทธิพลต่อการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ  $4^{\circ}C$  เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เยลลี่

“เยลลี่” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้น หรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองและผสมกับ น้ำตาลทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ ทั้งนี้ให้รวมถึงเยลลี่ที่อยู่ในลักษณะแข็งด้วย (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข,ฉบับที่ 213, พ.ศ.2543,เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท)

นอกจากนี้เยลลี่ยังผสมกับสารที่ให้ความหวาน (sweetening agent) และสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) เช่น เพคติน (pectin) เจลาติน (gelatin) คาร์ราจีแนน (carrageenan) และกลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งอาจมีการผสมสี (coloring agent) และแต่งกลิ่นรส

#### 2.1.1 ชนิดของเยลลี่

ผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบดังนี้

2.1.1.1.เยลลี่ขนมหวาน (dessert jelly) เป็นเยลลี่ที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม มีน้ำมาก ใช้ช้อนตักรับประทาน หรือใช้หลอดดูดได้มีรับประทานแบบแช่เย็น เป็นของหวาน เป็นอาหารว่าง หรือ หลังมื้ออาหาร อาจรับประทานกับไอศกรีม เยลลี่ประเภทนี้มีส่วนผสมของสารที่ทำให้เกิดเจล ได้แก่ คาร์ราจีแนน เจลาติน ผงบุก มีการเติมน้ำตาล กรดซิตริก สีผสมอาหาร และสารปรุงแต่งกลิ่นรส (flavoring agent) ผลิตภัณฑ์มีทั้งรสหวานและรสเปรี้ยว เยลลี่ที่ดี ต้องมีลักษณะใสและมีเนื้อสัมผัส อ่อนนุ่มแต่ไม่เหนียวจนหนืด และไม่เหลว ต้องแข็งพอที่จะคงรูปเดิมเมื่อตัด ด้วยมีดก็เป็นเหลี่ยมตามรอยมีด ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาด อาจเป็นผงเยลลี่ผสมสำเร็จรูปที่ผู้บริโภคนำมาผสมน้ำร้อนตามสัดส่วน แล้วแช่เย็นเพื่อให้เกิดเจล อีกรูปแบบหนึ่งคือเยลลี่ที่พร้อมรับประทานบรรจุถ้วยในภาชนะที่ปิดสนิท

2.1.1.2.เยลลี่แข็ง หรืออาจเรียกว่า กัมมีเยลลี่ (gummy jelly) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน (confectionery) ที่ได้จากการนำสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) เช่น เจลาติน คาร์ราจีแนน หรือวุ้น ผสมกับสารให้ความหวาน (sweetener) เช่น น้ำตาลทราย น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) อาจผสมส่วนผสมอื่นๆ เช่น ผลไม้ฝัก ธรรมชาติ สมุนไพร แต่งสีผสมอาหาร สารให้กลิ่นรส (flavoring agent) กรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก นำส่วนผสมมาผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนจนมีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม หยอดใส่พิมพ์ หรือตัดเป็นชิ้นหลังจากทิ้งไว้ให้เย็น ได้ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มีลักษณะแข็งไม่ติดมือ มีเนื้อสัมผัสเหนียวหนึบ แล้วอาจคลุกด้วยน้ำตาลหรือแป้งบริโภคได้

#### 2.1.2 ส่วนประกอบของเยลลี่

2.1.2.1.สารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) การผลิตเยลลี่สำเร็จรูปในเชิงอุตสาหกรรม มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ กัม (gums) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล หรือสารก่อเจล ชนิดของกัมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คาร์ราจีแนน เจลาติน และเพกติน

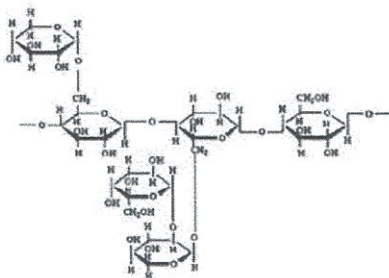
2.1.2.2.สารให้ความหวาน (sweetener) เยลลี่ส่วนใหญ่ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารที่ให้ความหวาน ช่วยให้เพกตินเกิดโครงสร้างเป็นเจลปริมาณน้ำตาลที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณเพกติน และความเป็นกรดต่างของเนื้อหรือน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ ถ้าปริมาณเพกตินมากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักของผลไม้ก็มากด้วย ถ้าผลไม้ไม่มีความเป็นกรดสูง (เปรี้ยว) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักผลไม้หรือน้ำผลไม้ต่ำ ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ไม่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรสูงกว่า 70 องศาบริกซ์ (วัดโดย refractometer) นอกจากน้ำตาลซูโครส สารให้ความหวานอื่นที่อนุญาตให้ใช้ในเยลลี่ ตาม มอก. 236-2521 มีหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) อินเวิร์ตไซรัป (invert syrup) เดกซ์โทรส (dextrose) ฟรักโทสไซรัป (fructose syrup) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) และทรายกลูโคสไซรัป (dried glucose syrup)

2.1.2.3.สารควบคุมความเป็นกรดและควบคุมความเป็นกรดต่าง (acidifying และ pH regulating agents) มีความสำคัญต่อรสของผลิตภัณฑ์และช่วยให้เจลอยู่ตัวมากขึ้น ถ้ามีกรดมากเกินไปจะทำลายความคงตัวของเจลได้ โดยปกติความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเยลลี่อยู่ ระหว่าง pH 2.8-3.5 ส่วน ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2 ในการปรับความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่ ตาม มอก.263-2521 ได้กำหนดสารที่ใช้เพิ่มและควบคุมความเป็นกรด-ด่างได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) กรดแล็กติก (lactic acid) กรดฟูมาลิก (fumaric acid) และเกลือ โซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียมของกรดเหล่านี้ โซเดียมและโพแทสเซียมโบคาร์บอเนต สี กลิ่นรส หรือน้ำผลไม้ จะช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะน่ารับประทานมากขึ้น น้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเยลลี่ต้องเป็นน้ำผลไม้แท้ หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ผ่านการกรอง เพื่อให้ใส ปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ และอาจทำให้ข้นโดยการระเหยน้ำออก และน้ำผลไม้หรือน้ำสกัดจากผลไม้ที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. 2521)

## 2.2 เจลโลส

เจลโลส (Jellose) เป็นชื่อที่ทางอุตสาหกรรมใช้เรียกแทนผงกัมที่สกัดจากเมล็ดมะขาม (Tamarind gum) ที่สกัดได้จากเอนโดสเปิร์มของเมล็ดมะขามโครงสร้างเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ประเภทไซโลกลูแคนประกอบไปด้วยโมเลกุลของน้ำตาล 3 ชนิดคือ น้ำตาลกลูโคส ไซโลส และกาแลกโทส ต่อกันเป็นสายโซ่ยาว โดยมี  $(1\rightarrow4)\text{-}\beta\text{-D-glucan}$  ต่อกันเป็นสายหลักและถูกแทนที่บางส่วนที่ตำแหน่ง O-6 ของ glucopyranosyl residue ด้วย  $\alpha\text{-D-xylapyranose}$  นอกจากนี้บางตัวของ xyloresidue จะถูกแทนที่ที่ตำแหน่ง O-2 ด้วย  $\beta\text{-D-galactosylated}$  (Marathe et al., 2002) เจลโลสสามารถละลายน้ำได้ดีทนต่อสภาพที่เป็นกรดต่างได้ดีและเกิดเจลได้โดยสามารถเกิดเจลได้ในระบบที่มีน้ำตาลซึ่งเป็นคุณลักษณะที่คล้ายกับเพคตินจากผลไม้จึงนำมาใช้ในการสร้างเจลที่คล้ายกับเพคตินในผลิตภัณฑ์ได้เช่น แยม เยลลี่ มามาเลด แต่สิ่งที่แตกต่างจากเพคตินที่ได้จากผลไม้คือ เจลโลสอยู่ในสถานะที่เป็นกลาง จึงมีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่นเจลโลสได้รับอนุญาตให้เป็นสารเติมแต่งในผลิตภัณฑ์อาหารได้เช่น ทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (Stabilizer) เป็นสารให้ความข้นหนืด (Thickening agent) และสารที่ทำให้เกิดเจล (Gelling agent) ในอุตสาหกรรมอาหาร เจลโลสจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับกัมชนิดอื่น เช่น กัวร์กัมและแอลจินेट เป็นต้น (Marathe et al., 2002)(สิริการ หนูสิงห์และวารางคณา สมพงษ์, 2558)



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของเจลโลส(Jellose)

ที่มา : Shaikh et al., 2015

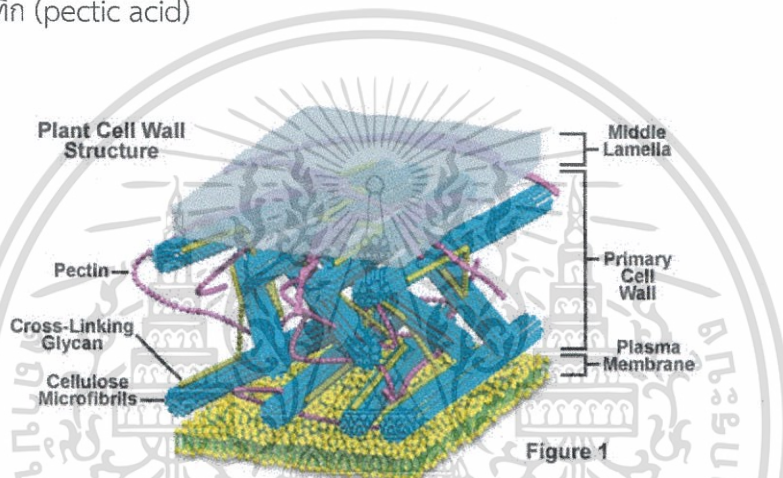
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 เพกทิน

เพกทิน (pectin) เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภท heteropolysaccharide มีหน่วยย่อย คือกรด กาลแล็กทูโรนิก (D-galacturonic acid) ประมาณ 65% โดยน้ำหนัก และเมทิลการแล็กทูโรเนต และน้ำตาลหลายชนิด เช่น rhamnose, galactose, arabinose พบตามธรรมชาติในผนังเซลล์ของพืช (plant cell wall) และรอยต่อระหว่างผนังเซลล์ โดยรวมตัวอยู่กับเซลลูโลส (cellulose) ทำหน้าที่ยึดเกาะผนังเซลล์ให้ติดกันคล้ายเป็นซีเมนต์

เพกทินที่พบในพืช ประกอบด้วยสาร 4 ชนิด คือ

1. โพรโทเพกทิน (protopectin)
2. กรดเพกทินิก (pectinic acid)
3. เพกทิน (pectin)
4. กรดเพกติก (pectic acid)



ภาพที่ 2.2 แสดงโมเลกุลของเพกทิน(เส้นสีชมพู)ในเนื้อเยื่อของผัก ผลไม้ บริเวณmiddle lamellaและผนังเซลล์ (cellwall)

ที่มา <http://micro.magnet.fsu.edu/cells/plants/cellwall.html>

### 2.3.1 ผลของเพกทินต่อเนื้อสัมผัสของผักผลไม้สดและผลิตภัณฑ์จากผักผลไม้

เพกทินที่อยู่ในผลไม้ดิบ หรือห่าม จะอยู่ในรูปของโพรโทเพกทิน ซึ่งไม่ละลายน้ำ ระหว่างการสุกของผลไม้โพรโทเพกทิน จะเปลี่ยนเป็นเพกทิน ซึ่งละลายในน้ำได้ ทำให้ผลไม้มีเนื้อสัมผัสนิ่มลง ความแน่นเนื้อลดลง ในผลไม้มีเอนไซม์ที่ย่อยเพกทิน ชื่อ เอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) ได้แก่ เพกทินเมทิลเอสเทอเรส (pectin methyl esterase) เมื่อเซลล์แตกเอนไซม์นี้จะย่อยสลายเพกทิน

### 2.3.2 คุณค่าทางโภชนาการของเพกทิน

ร่างกายไม่สามารถย่อยเพกทินได้ในระบบการย่อย จัดเป็นใยอาหาร (dietary fiber) ชนิดหนึ่ง

### 2.3.3 การใช้เพกทินในอาหาร

เพกทิน เพกทินเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ใช้ในอาหารเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) เพกทินที่ผลิตเป็นการค้า สกัดได้จากเปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม (citrus) กากของแอปเปิลที่คั้นน้ำแล้ว (apple pomace) และหัวบีท (beet)

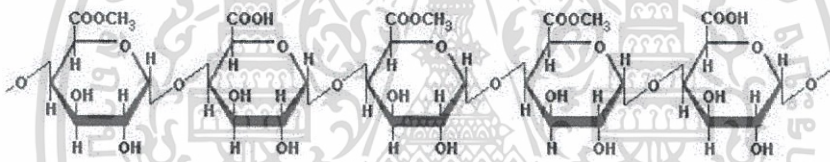
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 การใช้เพกทินในอาหารมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ทำให้เกิดเจลเพกทินมีสมบัติพิเศษคือ เมื่อรวมตัวกับน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสม เกิดเป็นเจลที่อ่อนนุ่ม ทำให้นำมาใช้ ในผลิตภัณฑ์ แยม เยลลี่
2. เป็นสารที่ทำให้ข้นหนืด
3. เป็นสารที่ทำให้คงตัว ป้องกันการตกตะกอน (sedimentation) ของนมเปรี้ยว (acidified milk) โดยป้องกันการตกตะกอนโปรตีนเคซีน (casein)
4. เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้อิมัลชัน (emulsion) คงตัว โดยลดแรงตึงผิวระหว่างเฟสของน้ำมันและน้ำ
5. เป็น prebiotic เป็นอาหารของแบคทีเรียกลุ่ม probiotic ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ร่างกายเป็นส่วนผสมของ functional food

### 2.3.5 โครงสร้างโมเลกุลของเพกทิน

เพกทินเป็น polysaccharide ประเภท heteropolysaccharide โมเลกุลของเพกทินเป็นพอลิเมอร์ของ  $\alpha$ -D-galacturonic acid ที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ชนิดแอลฟา 1-4 ประกอบด้วย หมู่คาร์บอกซิลอิสระ (-COOH) และหมู่คาร์บอกซิลที่รวมอยู่กับเมทิล (-COOCH<sub>3</sub>) ด้วยปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน (esterification)



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของเพกทิน

ที่มา <http://micro.magnet.fsu.edu/cells/plants/cellwall.html>

### 2.3.6 ชนิดของเพกทินที่ใช้ในอาหาร

แบ่งตามระดับของเอสเทอริฟิเคชัน (degree of esterification) ได้ 2 ระดับคือ

2.3.6.1. เพกทินที่มีเมทอกซิลสูง (High methoxyl pectin, HM) เป็นเพกทินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอริฟิเคชัน (degree of methyl esterification, %DM) มากกว่า 50% จะเกิดเจลได้เมื่อมีของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solid) มากกว่า 55% (น้ำหนักต่อปริมาตร) ใช้กับอาหารที่มี pH ต่ำกว่า 3.5 (ประมาณ 2-3)

เพกทินชนิดนี้ยังแบ่งย่อยออกเป็นอีก 3 ชนิดตามเวลาที่ใช้ในการทำให้เกิดเจล (gel)

1. เกิดเจลได้ช้า (slow set)
2. เกิดเจลเร็วปานกลาง (medium set)
3. เกิดเจลรวดเร็ว (rapid set)
4. เกิดเจลเร็วมาก (ultra rapid set)

ซึ่งระยะเวลาการเกิดเจล จะแตกต่างกันที่ค่า degree of methyl esterification (DM) การนำเพกทินมาใช้ประโยชน์จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ค่า pH ของอาหาร และชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.2. เพกทินที่มีเมทอกซิลต่ำ (low methoxyl pectin) เป็นเพกทินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอร์ฟิเคชันน้อยกว่า 50% จะเกิดเจลได้โดยไม่ต้องมีของแข็งที่ละลายได้ (soluble solid) แต่ต้องมีแคลเซียมไอออน ( $\text{Ca}^{2+}$ ) อยู่ประมาณ 3% มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) ตั้งแต่ 10-80% ที่ pH ช่วงกว้างตั้งแต่ 2.9-5.5 เจลที่ได้จะเป็นชนิด thermoreversible gel เนื้อสัมผัสของเจลจะมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเจลที่ได้จากเพกทินที่มีเมทอกซิลสูง (HM)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

##### 3.1.1 วัตถุดิบ

เนื้อมะขามหวานจาก บริษัท ปิ่นเพชร จำกัด จังหวัดเพชรบูรณ์ (ดังภาพที่ 3.1ก.) ฤดูการเก็บเกี่ยว ปี พ.ศ. 2558-2559 ใช้ในการทำนํ้ามะขามเข้มข้นเพื่อปรุงแต่งกลิ่นรสของเยลลี่ 28°บริกซ์ มีความชื้น  $18.76 \pm 0.53\%$

##### 3.1.2 สารเคมี

เจลโลสขนาดอนุภาค 80 mesh จากบริษัทปิ่นเพชรจำกัด จังหวัดเพชรบูรณ์ มีความชื้น  $11.02 \pm 0.42\%$  (ดังภาพที่ 3.1ข.)

เพกทิน ที่สกัดจากแอปเปิ้ล มีค่า DE (%) = 64.10 จากบริษัท เคมีภัณฑ์ จำกัด (ดังภาพที่ 3.1ค.)



ภาพที่ 3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

ก. เนื้อมะขามหวานจากบริษัท ปิ่นเพชร จำกัด จังหวัดเพชรบูรณ์

ข. เจลโลสขนาดอนุภาค 80 mesh จากบริษัทปิ่นเพชรจำกัด จังหวัดเพชรบูรณ์

ค. เพกทิน ที่สกัดจากแอปเปิ้ล จากบริษัท เคมีภัณฑ์ จำกัด

#### 3.2 อุปกรณ์

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i ยี่ห้อ Stable Micro System ประเทศอังกฤษ

เครื่องวัดความหนืด Viscometer ยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV III ประเทศอังกฤษ

เครื่องวัดสี Chroma meter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300 ประเทศญี่ปุ่น

เครื่องวัดสี Hunter Lab ยี่ห้อ Color Quest XE ประเทศสหรัฐอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ในการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

#### 3.3.1 สํารวจข้อมูลทางการตลาดเกี่ยวกับเยลลี่ที่จำหน่ายในประเทศไทย

จากการสำรวจส่วนแบ่งทางการตลาดของเยลลี่ในประเทศไทย ตามผลการตลาดในปีพ.ศ. 2558 มีส่วนแบ่งตลาดเยลลี่รวม 2,000 ล้านบาท เป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ร้อยละ 70% และเยลลี่อื่นๆ 30% นอกจากนี้ในส่วนของการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประเทศไทย ทีมวิจัยจึงได้ใช้มาตรฐานการผลิตสมัครใจที่เรียกว่า Universal Design Food (ดังตารางที่ 1.1) ในการคัดเลือกโครงสร้างเจลของผลิตภัณฑ์เยลลี่ด้วย

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีตลาดเยลลี่พร้อมดื่มถึง 70% มีรูปแบบผลิตภัณฑ์ 2 แบบ คือ เยลลี่แบบถ้วยและเยลลี่แบบซองที่บริโภคโดยการดูด จึงได้นำเยลลี่ทั้งสองแบบนี้มาทำการตรวจสอบดังนี้

3.3.1.1 เยลลี่แบบถ้วย ตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i ยี่ห้อ Stable Micro System หัววัด (probe) P/0.5R ประเทศอังกฤษ pre-test speed = 2.0 มม./วินาที, test speed = 2.0 มม./วินาที, post-test speed = 2.0 มม./วินาที, distance = 5.0 มม. โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ (วุฒิชัยและคณะ, 2557)

3.3.1.2 เยลลี่แบบซอง ตรวจสอบคุณภาพด้านความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV III ประเทศอังกฤษ โดยใช้หัวเข็ม เบอร์ 61 และใช้ปริมาตรตัวอย่าง 600 มล. โดยให้มีความค่า Torque มากกว่า 90% ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

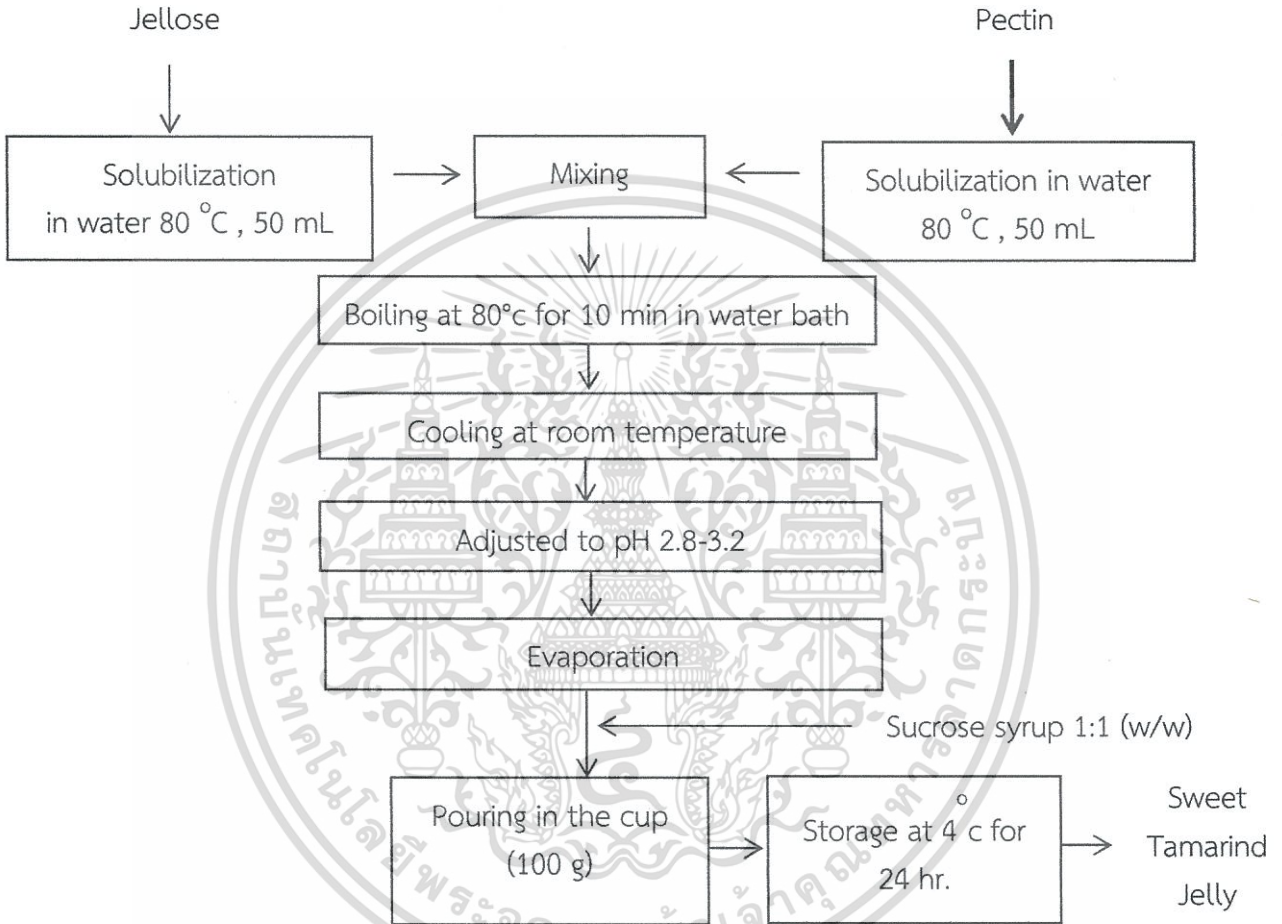
#### 3.3.2 ศึกษาผลของเจลโลสและเพกทินในการเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลต่อโครงสร้างของเยลลี่

ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD โดยมีปัจจัยที่ 1 ( $X_1$ ) คือ อัตราส่วนระหว่างเจลโลสต่อเพกทิน มี 3 ระดับดังนี้ 1:0, 1:1 และ 0:1 (นน./นน.)

ปัจจัยที่ 2 ( $X_2$ ) คือ ปริมาณของสารที่ทำให้เกิดเจลมี 4 ระดับดังนี้ 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง)

### 3.3.2.1 การทำเยลลี่

ผสมเจลโลสและเพกทินตามอัตราส่วนเจลโลสต่อเพกทินคือ 1:0 , 1:1 และ 0:1 (นน./นน.) นำมาละลายในน้ำแล้วนำมาต้มที่อุณหภูมิ 80°ซ ทั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับ pH ด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น 5%(นน./ปริมาตร) ให้มีค่า pH = 2.8-3.2 จากนั้นนำมาเติมสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 50°บริกซ์ และระเหยน้ำออกโดยให้ความร้อนจนได้ปริมาณของแข็งที่ละลาย 50°บริกซ์ เทเยลลี่ที่ได้ลงในภาชนะ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องจากนั้นนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°ซ เป็นเวลา 24 ชม.



ภาพที่ 3.2 แผนผังกระบวนการผลิตเยลลี่มะขามหวาน

3.3.2.2 การตรวจสอบคุณภาพเพื่อศึกษาผลของเจลโลสและเพกทินในการเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลต่อโครงสร้างของเยลลี่

3.3.2.2.1 ตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i ยี่ห้อ Stable Micro System หัววัด P/0.5R ประเทศอังกฤษ pre-test speed = 2.0 มม./วินาที, test speed = 2.0 มม./วินาที, post-test speed = 2.0 มม./วินาที, distance = 5.0 มม. โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ (วุฒิชัยและคณะ, 2557)

3.3.2.2.2 นำเยลลี่ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสอยู่ในมาตรฐานการผลิตสมัครใจที่เรียกว่า Universal Design Food (ดังตารางที่ 1.1) ที่กำหนด มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรสมะขาม ความหวาน ความง่ายในการดูด และความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้เอกสารเป็นเอกสารที่ส่งมอบเวลาสำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบ 9-point Hedonic Scale และทำการวิเคราะห์ผลโดยโปรแกรม SPSS version 23.0 ซึ่งใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คน โดยการให้คะแนน 1= ไม่ชอบมากที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด โดยให้ผู้ทดสอบทำการกวนคนเยลลี่ก่อนชิม และใช้หลอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มม. ในการดูด

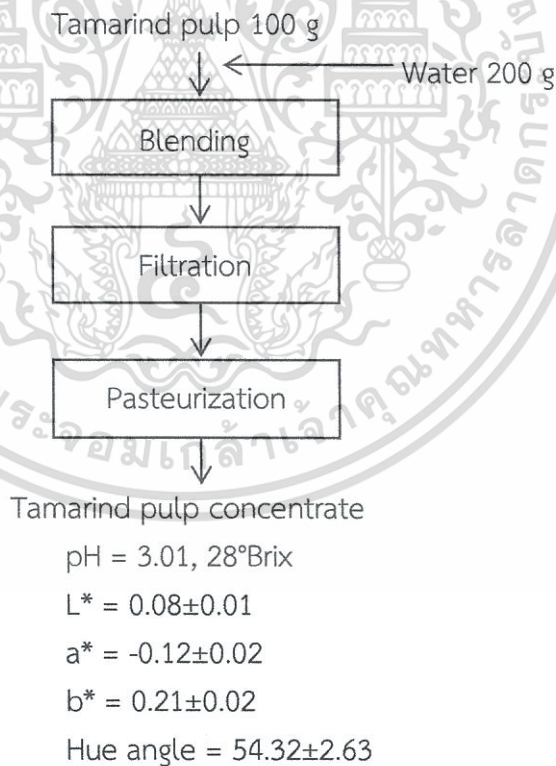
3.3.2.2.3 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเจล:โอส:เพกทิน, ความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดเจลกับค่าความแข็งของเจล โดยใช้โปรแกรม SPSS version 23.0 (License for King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand) และหาสมการเส้นตรง โดยใช้โปรแกรม Design Expert 7.0.0

3.3.3 ศึกษาปริมาณน้ำมะขามเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเติมแต่งกลิ่นรสมะขามในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน พร้อมทั้งพัฒนาสูตรให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

นำเยลลี่ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.3.2.2.2 มาเติมน้ำมะขามเข้มข้น ซึ่งจะใช้การวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยมีปัจจัยคือปริมาณน้ำมะขามเข้มข้น 3, 5 และ 7 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) โดยมีการเตรียมน้ำมะขามเข้มข้นและการตรวจสอบการยอมรับคุณภาพภายหลังการเติมน้ำมะขามเข้มข้น

#### 3.3.3.1 การเตรียมน้ำมะขามเข้มข้น

ใช้น้ำมะขามหวานต่อน้ำในอัตราส่วน 1:2 (นน./นน.) นำมาปั่นรวมกันด้วยเครื่อง Warming blender ยี่ห้อ Kenwood กำลังไฟ 600 วัตต์ ที่ความเร็วต่ำสุด (ระดับ 1) เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำมากรองแล้วจึงให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °ซ เป็นเวลา 30 นาที จะได้น้ำมะขามเข้มข้น



ภาพที่ 3.3 แผนผังกระบวนการเตรียมน้ำมะขามเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 การตรวจสอบคุณภาพเพื่อศึกษาปริมาณน้ำมะขามเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเติมแต่งกลิ่นรสมะขามผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน พร้อมทั้งพัฒนาสูตรให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3.3.3.2.1 ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point Hedonic Scale วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 23.0 (License for King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คนโดยการให้คะแนน 1= ไม่ชอบมากที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Just About Right (JAR) ของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อคำนวณค่า “enough” ของปัจจัยคุณภาพในด้านต่างๆ ซึ่งจะต้องมีค่า “enough” > 70% ถ้าหากปัจจัยคุณภาพใดมีค่า “enough” < 70% จะต้องทำการปรับปรุงปัจจัยคุณภาพในด้านนั้น โดยให้ผู้ทดสอบทำการกวนคนเยลลี่ก่อนชิม และใช้หลอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มม. ในการดูด

3.3.4 แนวทางในการปรับปรุงคุณลักษณะของเยลลี่ที่มีมีค่า “enough” < 70%

3.3.4.1 ในการปรับปรุงคุณลักษณะของเยลลี่โดยนำเยลลี่จากข้อที่ 3.3.3.2.1 ที่มีค่า “enough” < 70% นำมาปรับปรุงคุณลักษณะโดยใช้หลักการดังต่อไปนี้

3.3.4.1.1. ลดปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาล (บrikซ์)

3.3.4.1.2. เพิ่มปริมาณเจลโลสที่ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล

3.3.4.1.3. สามารถเกิดเจลได้ภายใน 24 ชม.

3.3.4.2 เมื่อได้เยลลี่สูตรที่ดีที่สุดหลังจากการปรับปรุงคุณลักษณะและได้รับการยอมรับ โดยมีค่า “enough” > 70% แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีดังนี้

3.3.4.2.1. วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธีของ (AOAC,1995)

3.3.4.2.2. วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธีของ (AOAC,1995)

3.3.4.2.3. วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน โดยวิธีของ (AOAC,1995)

3.3.4.2.4. วิเคราะห์หาปริมาณเถ้า โดยวิธีของ (AOAC,1995)

3.3.4.2.5. วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย โดยวิธีของ (AOAC,1995)

3.3.4.2.6. วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยวิธีของ (AOAC,1995)

3.3.4.2.7. วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด โดยวิธี Phenol-Sulfuric acid (Dubois et al.,1956)

3.3.5 ศึกษาอิทธิพลของอายุการเก็บรักษาที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน นำเยลลี่ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 3.3.4.1 มาทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้นจึงนำมาทดสอบคุณภาพทุกๆ 2 สัปดาห์จนครบ 8 สัปดาห์ดังนี้

3.3.5.1 การตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) โดยวิธีของ (AOAC,1995)

3.3.5.2 ตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i ยี่ห้อ Stable Micro System หัววัด P/0.5R ประเทศอังกฤษ pre-test speed = 2.0 มม./วินาที, test speed = 2.0 มม./วินาที, post-test speed = 2.0 มม./วินาที, distance = 5.0 มม. โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ (วุฒิชัยและคณะ,2557)

3.3.5.3 ตรวจสอบคุณภาพด้านความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืด Viscometer

ยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV III ประเทศอังกฤษ โดยให้มี % Torque มากกว่า 90%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5.4 วัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma meter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300 ระบบ CIE L\*, a\*, b\* และคำนวณค่า Hue angle

3.3.5.5 ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมจากตัวอย่างควบคุม (Overall Difference Form Control) และทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบเทียบกับตัวอย่างที่ทำขึ้นใหม่ (ตัวอย่างควบคุม) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คน โดยให้ผู้ทดสอบทำการกวนคนเยลลี่ก่อนชิม และใช้หลอดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 มม. ในการดูด

3.3.5.6 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของเจล, ความหนืด, และค่า Hue angle กับระยะเวลาการเก็บรักษา โดยใช้โปรแกรม SPSS version 23.0 (License for King Mongkuts Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 ผลการสำรวจข้อมูลทางการตลาดเกี่ยวกับเยลลี่ที่จำหน่ายในประเทศไทย

จากการสำรวจเบื้องต้น พบว่าส่วนแบ่งการตลาดเยลลี่มีมูลค่าประมาณ 1,700 ล้านบาทในปีพ.ศ.2555-2556 และในปีพ.ศ.2558 มีส่วนแบ่งการตลาดเยลลี่รวม 2,000 ล้านบาท เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเจลลี่ 70% และเยลลี่ห่ออื่นๆ 30% (ดังภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 ส่วนแบ่งการตลาดเยลลี่ในปี 2555-2556 และตลาดเยลลี่พร้อมดื่มในปี 2558  
ที่มา : <http://marketeer.co.th/2014/07/marketeer-academy-market-data-2/>.

ผลิตภัณฑ์ที่ห่อเจลลี่มีรูปแบบผลิตภัณฑ์ 2 แบบ คือ เจลลี่แบบถ้วยและเจลลี่แบบซองที่บริโภคโดยการดูด พบว่าเยลลี่แบบถ้วยสามารถตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer ได้ และเยลลี่แบบซองสามารถตรวจสอบความหนืด (Viscosity) ได้เท่านั้น ผลการทดสอบเป็นดังนี้

#### ตารางที่ 4.1 ข้อมูลค่าความแข็งของเจลลี่แบบถ้วย

ตัวอย่าง	ค่าความแข็งเจล	
	กรัมแรง	นิวตัน/ตารางเมตร
เจลลี่แบบถ้วย	54.16±0.22	6.76×10 <sup>3</sup> ±29.42

หมายเหตุ : ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

#### ตารางที่ 4.2 ข้อมูลค่าความหนืดของเจลลี่แบบซอง

Torque (%)	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)
91	120.95±0.78
92	124.80±0.57
93	126.00±0.28
เฉลี่ย	124.08±2.12

หมายเหตุ : ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประชุมที่วิจัยระหว่างนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ มีความเห็นพร้อมต้องกันว่า น่าจะนำประเด็นการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเป็นตัวกำหนดผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคโดยการดัดตั้งตารางมาตรฐานการผลิตสมัครใจที่เรียกว่า Universal Design Food ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้แบบถั่วยี่ห้อเจลเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงระดับที่ 4 ของตารางมาตรฐาน Universal Design Food (ดังตารางที่ 1.1)

จะได้ข้อสรุปว่า ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนาในการทดลองจะใช้สารที่ทำให้เกิดเจล 3 แบบ คือ เจลโลส เพกทิน และเจลโลสผสมกับเพกทิน ใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 50°บริกซ์ ซึ่งจะมีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยดูจากค่าความแข็งแรงของเจล และจะเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงของเจลตามตารางมาตรฐาน Universal Design Food ในระดับที่ 3-4 (ดังตารางที่ 1.1) ซึ่งในขั้นตอนนี้จะไม่ใช้ค่าความหนืดในเบื้องต้น

#### 4.2 ผลการศึกษาผลของเจลโลสและเพกทินในการเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลต่อโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมด้วยสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 °บริกซ์

4.2.1. ในการคัดเลือกเจลที่เหมาะสมจะทำการพิจารณาจากหัวข้อดังต่อไปนี้

4.2.1.1 สามารถเกิดเจลได้

4.2.1.2 ระยะเวลาในการเกิดเจลภายใน 24 ชั่วโมง

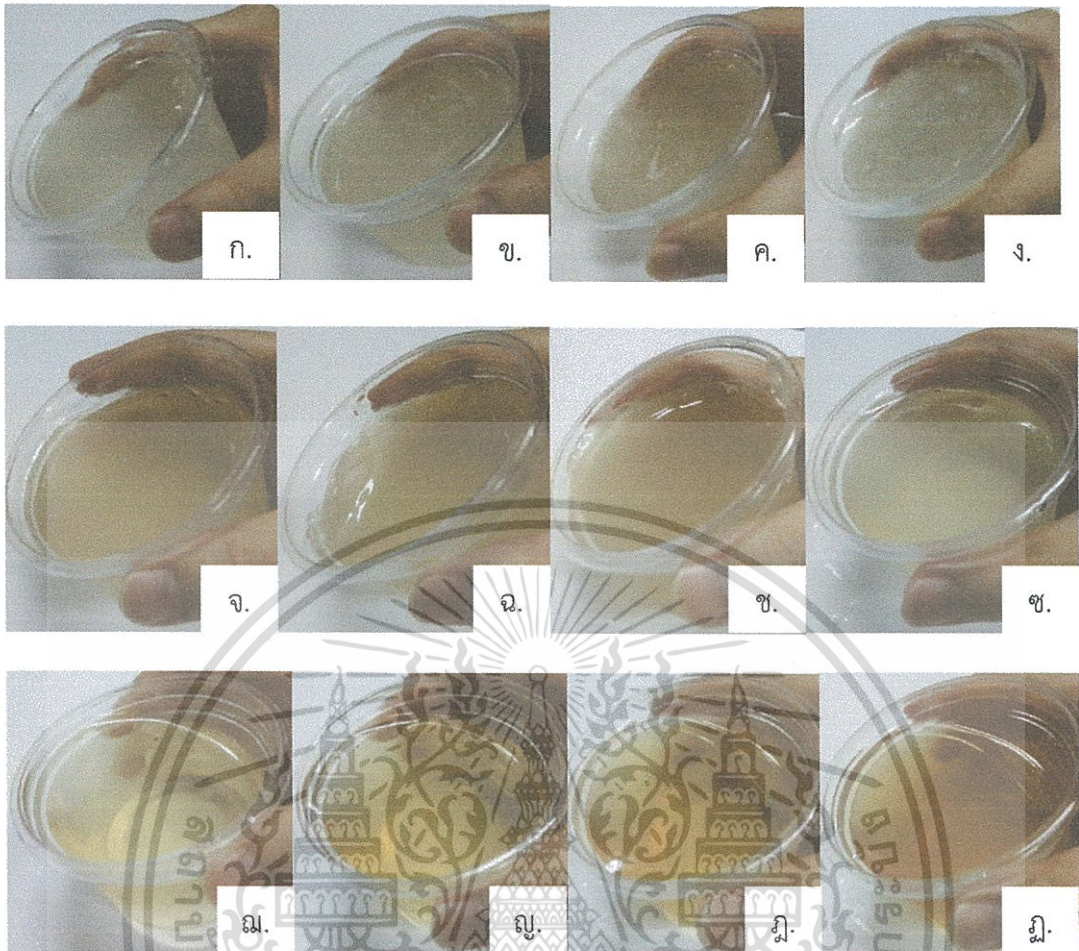
#### ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการเกิดเจลของของผสมระหว่างเจลโลสและเพกทินที่เตรียมด้วยสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 °บริกซ์

อัตราส่วน (นน./นน.)		ความเข้มข้น % (นน./นน.) เยลลี่ทั้งหมด)	ระยะเวลาที่เริ่มเกิดเจล (อุณหภูมิห้อง)			เกิดเจลสมบูรณ์ ภายใน 24 ชั่วโมง (4 °ซ )
เจลโลส	เพกทิน		30 นาที	1 ชม.	2 ชม.	
1	0	0.50	-	-	+	+
		1.00	-	+	+	+
		1.50	+	+	+	+
		2.00	+	+	+	+
1	1	0.50	-	-	-	+
		1.00	-	-	+	+
		1.50	-	+	+	+
		2.00	-	+	+	+
0	1	0.50	-	-	-	-
		1.00	-	-	-	-
		1.50	-	-	-	-
		2.00	-	-	-	-

หมายเหตุ : เครื่องหมาย + หมายถึง มีความสามารถในการเกิดเจล

เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีความสามารถในการเกิดเจล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะปรากฏของเยลลี่ที่ได้จากสารที่ทำให้เกิดเจลที่อัตราส่วนและความเข้มข้นต่างๆ ก.,ข.,ค.,ง. คือเจลอัลส:เพกทิน (1:0) ความเข้มข้น 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 % (น.น./น.น.เยลลี่ทั้งหมด, โดย น้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 50 °บริกซ์ ตามลำดับ  
 จ.,ฉ.,ช.,ช. คือเจลอัลส:เพกทิน (1:1) ความเข้มข้น 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 % (น.น./น.น.เยลลี่ทั้งหมด, โดย น้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 50 °บริกซ์ ตามลำดับ  
 ฉ.,ญ.,ญ.,ญ. คือเจลอัลส:เพกทิน (0:1) ความเข้มข้น 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00 % (น.น./น.น.เยลลี่ทั้งหมด, โดย น้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 50 °บริกซ์ ตามลำดับ

จากตารางผลการทดลองข้างต้นนี้ พบว่าเยลลี่ที่ใช้อัตราส่วนเจลอัลส:เพกทิน 1:0 (น.น./น.น.) และ เจลอัลส:เพกทิน 1:1 (น.น./น.น.) ที่ความเข้มข้น 0.50 , 1.00 , 1.50 และ 2.00 % (น.น./น.น.เยลลี่ทั้งหมด) สามารถเกิดเจลได้สมบูรณ์ภายใน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 4°ซ และอัตราส่วนเจลอัลส:เพกทิน 0:1 (น.น./น.น.) ไม่สามารถเกิดเจลได้ภายใน 24 ชม.ที่อุณหภูมิ 4°ซ

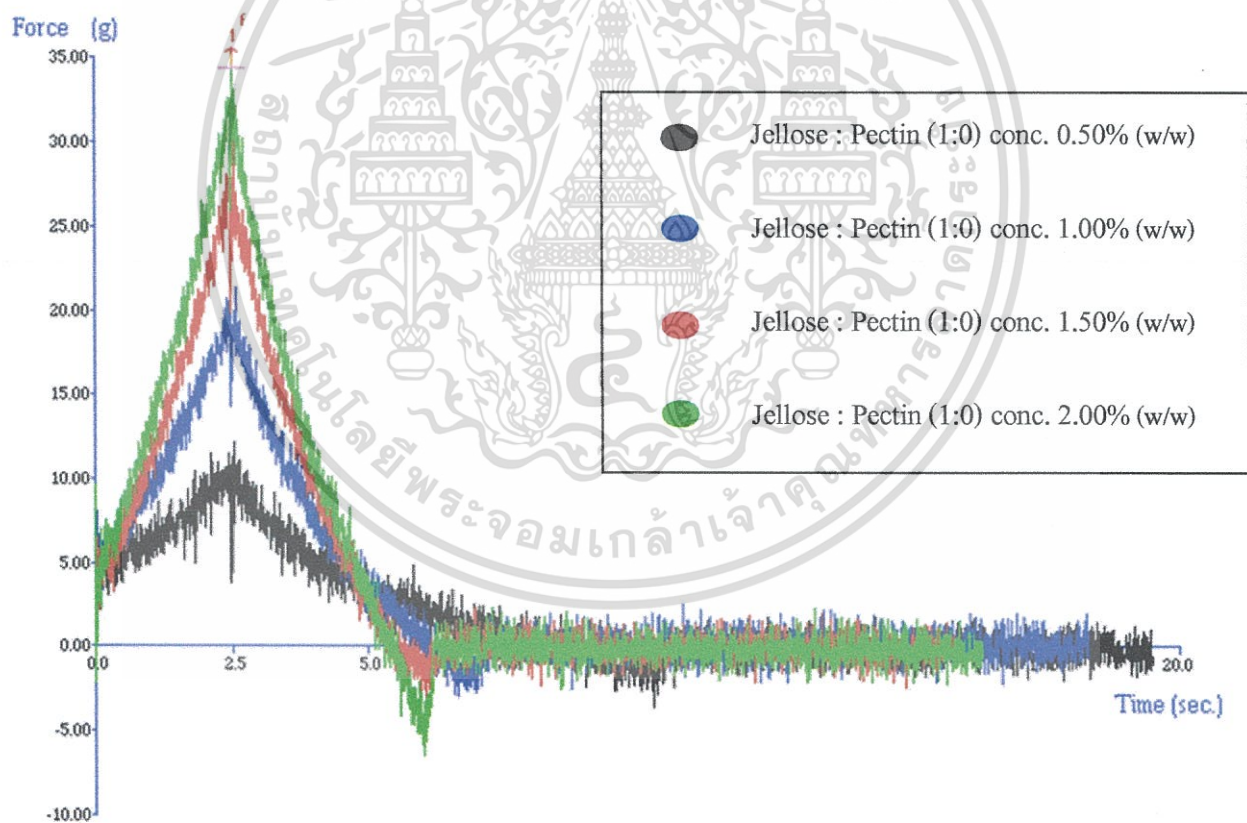
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ค่าความแข็งของเจลของเยลลี่

ตารางที่ 4.4 ค่าความแข็งของเยลลี่ที่ใช้สารที่ทำให้เกิดเจล เจลโลส:เพกทิน 1:0 (นน./นน.)

อัตราส่วน (นน./นน.)		ความเข้มข้น %(นน./นน. เยลลี่ทั้งหมด)	ค่าความแข็งของเจล	
เจลโลส	เพกทิน		กรัมแรง	นิวตัน/ตารางเมตร
1	0	0.50	12.06	$1.51 \times 10^3 \pm 09.01$
1	0	1.00	20.98	$2.62 \times 10^3 \pm 09.01$
1	0	1.50	30.36	$3.79 \times 10^3 \pm 27.02$
1	0	2.00	33.25	$4.15 \times 10^3 \pm 00.00$

หมายเหตุ : ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

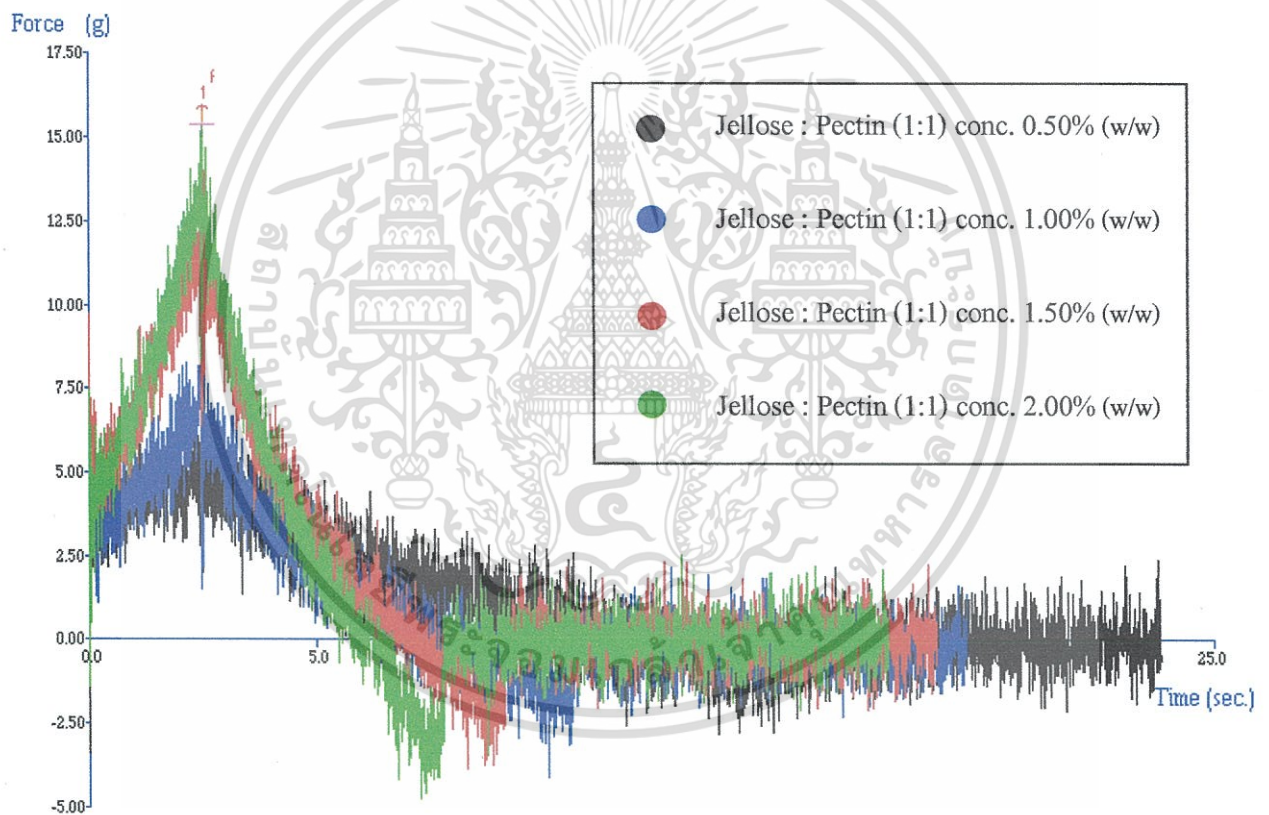


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งของเจล ของเจลโลส:เพกทิน 1:0 (นน./นน.) 50°บริกซ์ กับเวลา

ตารางที่ 4.5 ค่าความแข็งของเจลของเยลลี่ที่ใช้สารที่ทำให้เกิดเจล เจลโลส:เพกทิน 1:1 (นน./นน.)

อัตราส่วน (นน./นน.)		ความเข้มข้น %(นน./นน. เยลลี่ทั้งหมด)	ค่าความแข็งของเจล	
เจลโลส	เพกทิน		กรัมแรง	นิวตัน/ตารางเมตร
1	1	0.50	8.06	$1.01 \times 10^3 \pm 00.00$
1	1	1.00	8.49	$1.06 \times 10^3 \pm 27.02$
1	1	1.50	13.43	$1.68 \times 10^3 \pm 27.02$
1	1	2.00	15.26	$1.90 \times 10^3 \pm 09.01$

หมายเหตุ : ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งของเจล ของเจลโลส : เพกทิน 1:1 (นน./นน.) 50°บริกซ์ กับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.4 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความแข็งของเจล

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าความเข้มข้นของเจลออสเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความแข็งของเจลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติและเมื่อความเข้มข้นของเพกทินเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความแข็งของเจลลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของเพกทินและเจลออสกับค่าความแข็งของเจลมีค่าเท่ากับ  $0.75^{**}$  และ  $-0.78^{**}$  ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเจลออส:เพกทิน,ความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดเจล กับค่าความแข็งของเจล

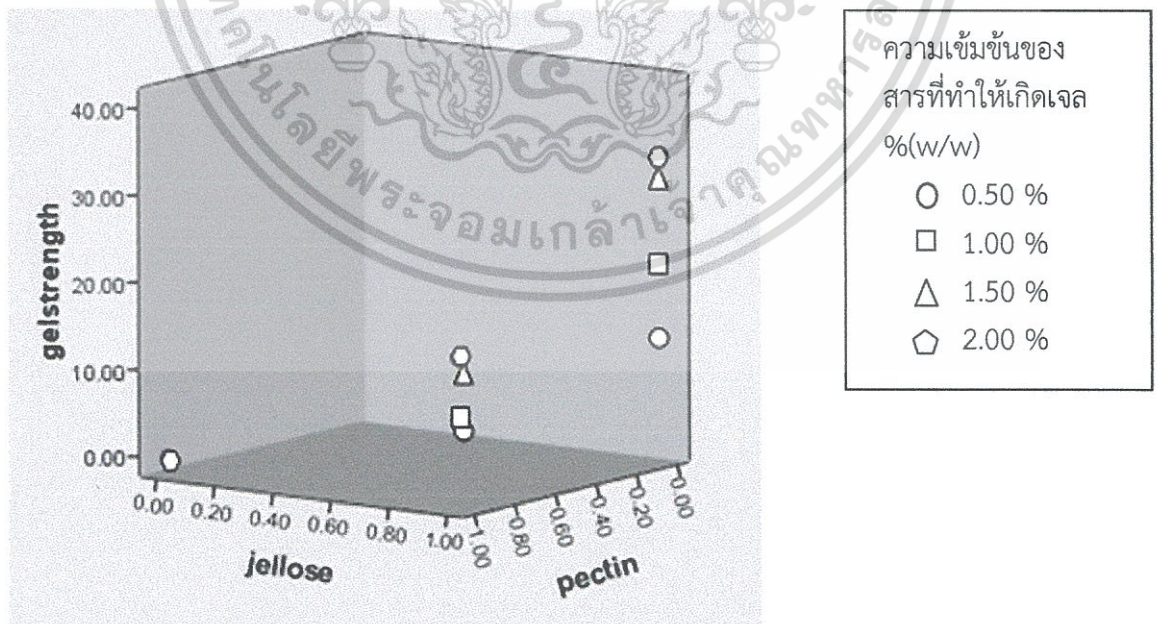
	เจลออส	เพกทิน	ความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดเจล
ค่าความแข็งของเจล	$0.751^{**}$	$-0.784^{**}$	$0.333^{ns}$

หมายเหตุที่ 1 :  $^{**}$  มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่  $p < 0.01$

2 :  $^{ns}$  ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3 : ข้อมูลทั้งหมด (N) = 12

จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติในรูปของสมการถดถอยเชิง (Linear Regression) จะได้สมการทำนายค่าความแข็งของเจลของเยลลี่พร้อมรับประทานดังนี้  
 ค่าความแข็งของเจล =  $+6.01 + 14.54(\text{เจลออส}) - 12.00(\text{เพกทิน}) + 1.13(\text{เจลออส})(\text{เพกทิน})$   
 โดยมีค่า  $r^2 = 0.96$



ภาพที่ 4.5 กราฟ 3-D scatter plot แสดงข้อมูลของค่าความแข็งของเจลของเยลลี่มะขามหวาน

จากโปรแกรม SPSS Version 23.0 (License for King Mongkuts Institute of Technology

Ladkrabang, Bangkok, Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.5 เงื่อนไขในการคัดเลือกเจลของเยลลี่

4.2.5.1 ค่าความแข็งของเจลเป็นไปตามมาตรฐานการผลิตสมัครใจที่เรียกว่า Universal Design Food (ตามตารางที่ 1.1) โดยวัดด้วยเครื่อง Texture Analyzer

4.2.5.2 ใช้ปริมาณสารน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดเจล

4.2.5.3 ความสามารถในการเกิดเจล (ภายใน 24 ชม.)

จากการเงื่อนไขดังกล่าวจึงเลือกเยลลี่ที่ใช้สารที่ทำให้เกิดเจลในอัตราส่วนเจลโลส:เพกทิน 1:0 (นน./นน.) ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และเจลโลส:เพกทิน 1:1 (นน./นน.) ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) ที่เตรียมด้วยสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 °บริกซ์ ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้น

4.2.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่พร้อมรับประทานที่เป็นไปตามเงื่อนไขเพื่อคัดเลือกเจลที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด

เมื่อได้ทำการคัดเลือกเจลแล้ว จึงนำมาทำการทดสอบทางความชอบโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic scale โดยมีคะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด เพื่อทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คน โดยทำการทดสอบความชอบของเยลลี่

จำนวนสองสูตรได้แก่ 1. เจลโลส : เพกทิน (1:0) (นน./นน.) ที่ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50°บริกซ์

2. เจลโลส : เพกทิน (1:1) (นน./นน.) ที่ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50°บริกซ์

และทำการทดสอบทั้งหมด 7 ลักษณะเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบระหว่างเยลลี่ที่ผลิตได้จากทั้งสองสูตรตั้งผลการทดลองในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic Scale ของเยลลี่ที่ผลิตจากเจลโลส:เพกทิน (1:0) ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และของเยลลี่ที่ผลิตจากเจลโลส:เพกทิน (1:1) ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 °บริกซ์

คุณลักษณะที่ทดสอบด้วยการชิม	ปริมาณสารที่ทำให้เกิดเจล	
	เจลโลส:เพกทิน (1:0) ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง)	เจลโลส:เพกทิน (1:1) ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง)
สี	6.07±1.61 <sup>a</sup>	6.08±1.54 <sup>a</sup>
กลิ่นรส	4.98±1.67 <sup>a</sup>	4.45±1.63 <sup>b</sup>
เนื้อสัมผัส	5.53±1.50 <sup>a</sup>	4.98±1.60 <sup>b</sup>
ความหวาน	4.22±1.60 <sup>a</sup>	3.82±1.56 <sup>a</sup>
ความง่ายในการดูด	5.10±1.68 <sup>a</sup>	5.60±1.60 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	5.73±1.56 <sup>a</sup>	5.47±1.37 <sup>a</sup>

หมายเหตุที่ 1 : คะแนน 1= ไม่ชอบมากที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด

2 : ข้อมูลจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 60 คน ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic scale ) เพื่อทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คน พบว่าผู้บริโภคชอบเยลลี่ที่ใช้เจลโลส:เพกทิน 1:0 (%นน./นน.) เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลที่ระดับความเข้มข้น 0.5(%นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และเริ่มเกิดเจลเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชม. (ที่อุณหภูมิห้อง)

#### 4.3 ศึกษาปริมาณน้ำมะขามเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเติมแต่งกลิ่นรสผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน พร้อมทั้งพัฒนาสูตรให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เมื่อได้น้ำมะขามเข้มข้นแล้วนำมาผสมกับเยลลี่ที่ได้จากการยอมรับมากที่สุดในข้อ 4.2 ซึ่งในการผลิตเยลลี่พร้อมรับประทาน ที่ความเข้มข้น 0.5 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) ผสมกับสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 °บริกซ์ ที่ผ่านการเกิดเจลสมบูรณ์ภายใน 24 ชั่วโมง

โดยเติมน้ำมะขามเข้มข้น 3 ระดับ ดังนี้คือ 3,5 และ 7 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด)

ผลการทดลองการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบ (ไม่ผ่านการฝึกฝน) เป็นดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบ 9-Point Hedonic scale ของเยลลี่ที่เติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้นในปริมาณ 3,5 และ 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด)

คุณลักษณะที่ใช้ทดสอบด้วยการชิม	ปริมาณของน้ำมะขามเข้มข้น %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด)		
	3	5	7
ลักษณะปรากฏ	6.07±1.33 <sup>b</sup>	6.38±0.96 <sup>ab</sup>	6.50±1.24 <sup>a</sup>
สี	5.65±1.59 <sup>b</sup>	6.68±1.00 <sup>a</sup>	6.48±1.31 <sup>a</sup>
กลิ่นรส	5.53±1.67 <sup>b</sup>	5.58±1.49 <sup>b</sup>	6.22±1.46 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส	5.38±1.69 <sup>b</sup>	5.63±1.43 <sup>b</sup>	6.22±1.39 <sup>a</sup>
ความหวาน	4.80±1.70 <sup>b</sup>	5.03±1.71 <sup>b</sup>	5.63±1.80 <sup>a</sup>
ความง่ายในการดูด	4.20±1.75 <sup>c</sup>	4.95±1.55 <sup>b</sup>	6.05±1.71 <sup>a</sup>
ความชอบรวม	5.25±1.35 <sup>c</sup>	5.93±1.10 <sup>b</sup>	6.53±1.24 <sup>a</sup>

หมายเหตุที่ 1 : คะแนน 1= ไม่ชอบมากที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด

2 : ข้อมูลจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 60 คน ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

จากตารางพบว่า เยลลี่พร้อมรับประทานที่เติมน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p < 0.05$ ) กับเยลลี่พร้อมรับประทานที่เติมน้ำมะขามเข้มข้น 3 และ 5 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) และเยลลี่พร้อมรับประทานที่ความเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) มีคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะที่ทดสอบมากที่สุด ดังนั้นจึงทำการเลือกสูตรเยลลี่พร้อมรับประทานที่เติมน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด)

จากนั้นนำเยลลี่ที่ผ่านการเติมน้ำมะขามเข้มข้นที่ระดับ 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ซึ่งได้รับการยอมรับมากที่สุด และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการชิมแบบ JAR โดยพิจารณาจากค่า "enough" (>70% ของผู้ทดสอบ) ซึ่งจะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การทดสอบการยอมรับเยลลี่ที่เติมแต่งกลีนิรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) โดยวิธี JAR

คุณลักษณะที่ใช้ทดสอบด้วยการชิม	“not enough”	“enough”	“too much”
ลักษณะปรากฏ	5	47 (78.33%)	8
สี	3	44 (73.33%)	13
กลีนิรส	14	42 (70.00%)	4
เนื้อสัมผัส	8	44 (73.33%)	8
ความหวาน	2	27 (45.00%)	31
ความง่ายในการดูด	13	43 (71.67%)	4

หมายเหตุ : : ข้อมูลจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 60 คน

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.9 พบว่า คุณลักษณะรสชาติความหวานของเยลลี่พร้อมรับประทาน มีค่า “enough” <70% ของผู้ทดสอบ แสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ไม่ยอมรับในคุณลักษณะด้านความหวาน โดยผู้ทดสอบส่วนใหญ่บอกว่าเยลลี่พร้อมรับประทานมีความหวานมากเกินไป (31 คน) ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงเยลลี่พร้อมรับประทานที่เติมน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ในคุณลักษณะรสชาติความหวานให้มีความหวานลดลง

#### 4.4 แนวทางในการปรับปรุงคุณลักษณะรสชาติความหวานของเยลลี่ให้มีรสชาติความหวานลดลง

เนื่องจากเยลลี่พร้อมรับประทานที่เติมน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ที่ผลิตจากเจลโลสที่ความเข้มข้น 0.5 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาล 50°บริกซ์ เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่บอกว่ามีความหวานมากเกินไป ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงความหวานโดยใช้หลักการ 3 หลักการในการปรับปรุงสูตร

- โดยใช้สองหลักการ
1. ลดความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล (°บริกซ์)
  2. เพิ่มปริมาณเจลโลสที่ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล
  3. สามารถเกิดเจลได้ภายใน 24 ชม.

เมื่อทำการปรับปรุงสูตรแล้วให้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ระยะเวลาการเกิดเจลของเยลลี่ที่ใช้เจลโลส 0.75 และ 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) ที่ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาล 45 °บริกซ์

การทดลอง	ปริมาณเจลโลส %(นน./นน. เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง)	ความเข้มข้น สารละลายน้ำตาล (° บริกซ์)	ระยะเวลาในการเกิดเริ่มเจล			ความสามารถ ในการเกิดเจล ภายใน 24 ชม.
			30 นาที	1 ชม.	2 ชม.	
1(ตัว ควบคุม)	0.50	50	-	-	+	+
2	0.75	45	-	-	-	-
3	1.00	45	+	-	-	+

หมายเหตุ : เครื่องหมาย + หมายถึง มีความสามารถในการเกิดเจล  
เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีความสามารถในการเกิดเจล

จากผลการทดลองพบว่า การเพิ่มปริมาณเจลโลสที่ 0.75 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45 °บริกซ์ ไม่สามารถเกิดเจลได้ภายใน 24 ชั่วโมง ฉะนั้นจึงเลือกเยลลี่พร้อมรับประทานที่ใช้ปริมาณเจลโลส 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยนน.แห้ง) ที่และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45 °บริกซ์ ซึ่งสามารถเกิดเจลได้ภายใน 24 ชั่วโมง และเริ่มเกิดเจลได้ตั้งแต่ 30 นาที เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบ (ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน) โดยใช้การทดสอบการยอมรับ JAR ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การทดสอบการยอมรับโดยวิธี JAR ของเยลลี่ที่เติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (นน./นน. ของน้ำหนักเยลลี่) หลังจากการปรับปรุงสูตร

คุณลักษณะที่ทดสอบด้วยการชิม	“not enough”	“enough”	“too much”
คุณลักษณะ	4	50 (83.33%)	6
สี	3	45 (75.00%)	12
กลิ่นรส	12	43 (71.67%)	5
เนื้อสัมผัส	6	46 (76.67%)	8
ความหวาน	2	42 (70.00%)	16
ความง่ายในการดูด	10	47 (78.33%)	3

หมายเหตุ : : ข้อมูลจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 60 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นว่าผู้ทดสอบเลือก”enough”ในทุกคุณลักษณะที่ทดสอบด้วยการชิมมีค่า  $\geq 70\%$  ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่ยอมรับในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทานที่เติมแต่งกลิ่นรสมะขามด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน. ของน้ำหนัเยลลี่) ที่นำไปทดสอบจากนั้นจึงนำมาทำการทดสอบความชอบโดยวิธี 9-point Hedonic Scale อีกครั้งเพื่อเลือกเยลลี่พร้อมรับประทานสูตรที่ดีที่สุด

ตารางที่ 4.12 คะแนนความชอบ 9-point Hedonic Scale ของเยลลี่ที่ทำการปรับปรุงสูตร

คุณลักษณะที่ใช้ทดสอบด้วยการชิม	เจลโลสที่ความเข้มข้น 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยนน.แห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาล 45 <sup>o</sup> บริกซ์	เจลโลสที่ความเข้มข้น 0.05% (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยนน.แห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาล50 <sup>o</sup> บริกซ์ (ตัวควบคุม)
ลักษณะปรากฏ	6.33±1.56 <sup>a</sup>	5.53±1.44 <sup>b</sup>
สี	6.72±1.24 <sup>a</sup>	5.85±1.45 <sup>b</sup>
กลิ่นรส	6.05±1.35 <sup>a</sup>	6.32±1.44 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส	5.50±1.56 <sup>a</sup>	5.67±1.73 <sup>a</sup>
ความหวาน	5.88±1.42 <sup>a</sup>	5.75±1.81 <sup>a</sup>
ความง่ายในการดูด	6.02±1.69 <sup>a</sup>	6.07±1.84 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	6.17±1.20 <sup>a</sup>	6.03±1.43 <sup>a</sup>

หมายเหตุที่ 1 : คะแนน 1= ไม่ชอบมากที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด

2 : ข้อมูลจากผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 60 คน ตัวอักษรที่เหมือนกันหมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวอักษรที่ต่างกันหมายความว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

จากตาราง พบว่าผู้ทดสอบ(ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน) ส่วนใหญ่ ให้คะแนนความชอบเยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนัแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 45<sup>o</sup>บริกซ์มากกว่าเยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลโลส 0.50 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนัแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 50<sup>o</sup>บริกซ์ ฉะนั้นจึงเลือกเยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนัแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 45<sup>o</sup>บริกซ์ ที่เติมน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) เป็นสูตรที่ดีที่สุด



ภาพที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์เยลลี่สูตรที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำเยลลี่สูตรที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 องค์ประกอบทางเคมีของเยลลี่ที่ใช้ปริมาณเจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด)

	ข้อมูลทางเคมี	
	น้ำหนักเปียก	น้ำหนักแห้ง
ความชื้น	50.30 %	-
โปรตีน	0.02 %	0.04
ไขมัน	0.94 %	1.90
เถ้า	0.05 %	0.10
เยื่อใย	1.18 %	2.40
ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	42.38 %	85.00
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กลูโคส)	31.92 $\mu\text{g}$	$6.42 \times 10^{-5}$

หมายเหตุ : น้ำหนักแห้งเทียบจากปริมาณของแข็งทั้งหมด 49.70 %

#### 4.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของเยลลี่ที่เติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้นสูตรเจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45 °บริกซ์ จากข้อ 4.4

จากการคัดเลือกสูตรเยลลี่ที่พัฒนาแล้วและทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ (ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน) จำนวน 60 คนด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9-point Hedonic Scale พบว่าสูตรเยลลี่ที่มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุดคือเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45 °บริกซ์ และทำการเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) มาศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 2 เดือน ซึ่งจะทำการเก็บผลการทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์ได้ผลการทดลอง ดังนี้

##### 4.3.1 การตรวจสอบทางด้านกายภาพ

4.3.1.1 การตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2i โดยใช้หัววัดขนาด P/0.5R พบว่าค่าความแข็งของเจลของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตรงตามระยะเวลาเก็บรักษา ดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ค่าความแข็งของเจลของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสมะขามด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความแข็งของเจล	
	กรัมแรง	นิวตัน/ตารางเมตร
0	14.61±0.16 <sup>a</sup>	1821.66±22.06 <sup>a</sup>
2	16.62±0.20 <sup>b</sup>	2072.19±26.52 <sup>b</sup>
4	17.78±0.22 <sup>c</sup>	2220.81±26.52 <sup>c</sup>
6	19.92±0.09 <sup>d</sup>	2488.32±14.72 <sup>d</sup>
8	54.16±0.22 <sup>e</sup>	6760.09±29.42 <sup>e</sup>

หมายเหตุที่ 1 : ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

2 : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3 : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าเมื่อระยะเวลาที่เก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าความแข็งของเจลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่เก็บรักษา กับค่าความแข็งของเจลมีค่าเท่ากับ 0.89\* ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความแข็งของเจล

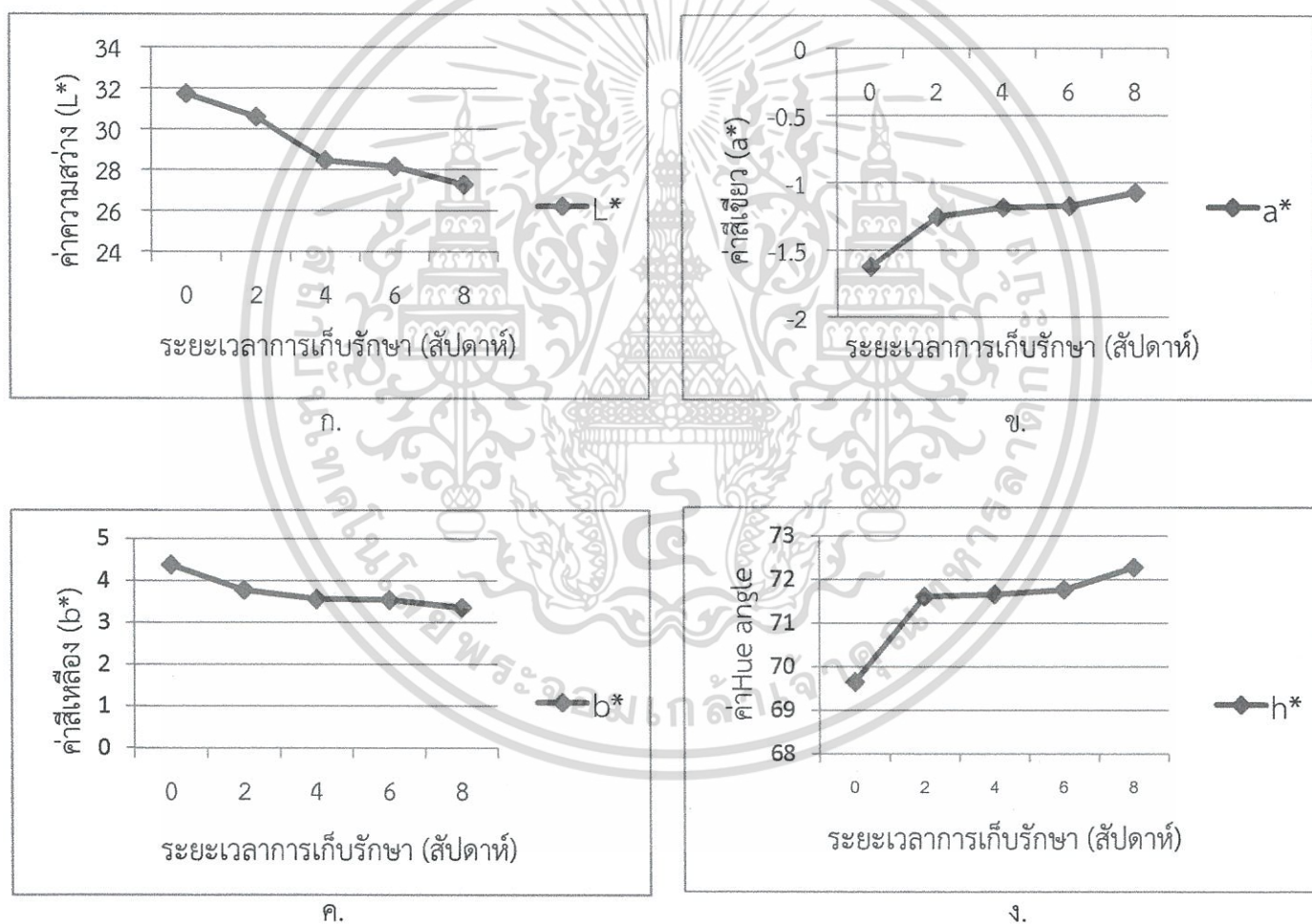
ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความแข็งของเจล (กรัมแรง)
	0.89*

หมายเหตุที่ 1 : \* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$

2 : ข้อมูลทั้งหมด (N) = 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 วัดค่าสี ด้วยเครื่อง Chroma meter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300 ระบบ CIE  $L^*, a^*, b^*$  และคำนวณค่า Hue angle พบว่าค่า  $L^*$  (ค่าความสว่างของสี),  $a^*$  (ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว),  $b^*$  (ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน) และค่า Hue angle ของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 % (น.น./น.น. เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45 ๐บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (น.น./น.น. เยลลี่ทั้งหมด) โดยเยลลี่ที่ทำการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงของสีเยลลี่จากน้ำมะขามเข้มข้นที่ใส่เพื่อแต่งกลิ่นรสในเยลลี่โดยพบว่าเยลลี่มีสีที่เข้มข้นมากขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทำให้ค่า  $L^*$  มีค่าลดลง ค่า  $a^*$  มีค่าไปทางลบ ( $-a^*$ ) แสดงว่าค่าความเป็นสีเขียวมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้เยลลี่มีสีเขียวลดลง ค่า  $b^*$  มีค่าไปทางบวก ( $+b^*$ ) แสดงว่าค่าความเป็นสีเหลืองมีค่าลดลงจึงทำให้เยลลี่มีสีเหลืองลดลงและค่า Hue angle มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.7 ก. (กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $L^*$  ต่อระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์))

ข. (กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $-a^*$  ต่อระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์))

ค. (กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $+b^*$  ต่อระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์))

ง. (กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Hue angle ต่อระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำข้อมูลที่ได้อ้อมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าเมื่อระยะเวลาที่เก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า Hue angle เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่า Hue angle

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่า Hue angle
	0.81 <sup>ns</sup>

หมายเหตุที่ 1 : <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2 : ข้อมูลทั้งหมด (N) = 5

4.3.1.3 วัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น DV III โดยใช้หัวเข็มเบอร์ 64 ซึ่ง จะทำการวัดค่าความหนืด (เซนติพอยส์) ที่ค่า Torque > 90% พบว่าค่าความหนืดของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติม แต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตรงตามระยะเวลาที่เก็บ รักษาเนื่องจากเกิดการแยกตัวของน้ำออกจากโครงสร้างเจล ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าความหนืด ของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้ง) และ ใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (นน./นน.เยลลี่ ทั้งหมด) ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)
0	$1.29 \times 10^4 \pm 29.37$ <sup>a</sup>
2	$5.85 \times 10^3 \pm 19.55$ <sup>b</sup>
4	$5.66 \times 10^3 \pm 10.26$ <sup>c</sup>
6	$3.38 \times 10^3 \pm 24.52$ <sup>d</sup>
8	$2.34 \times 10^3 \pm 28.62$ <sup>e</sup>

หมายเหตุที่ 1 : ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

2 : <sup>a-e</sup> ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับไม่เหมือนกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3 : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าเมื่อระยะเวลาที่เก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าความความหนืดของเจลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาที่การเก็บรักษากับค่าความหนืดของเจลมีค่าเท่ากับ  $-0.91^*$  ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความความหนืด

	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)
ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	$-0.91^*$

หมายเหตุที่ 1 : \* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$

2 : ข้อมูลทั้งหมด (N) = 5



ภาพที่ 4.8 ลักษณะปรากฏของเยลลี่เมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ

- ก. ลักษณะปรากฏของเยลลี่เมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลา 0 สัปดาห์  
 ข. ลักษณะปรากฏของเยลลี่เมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลา 2 สัปดาห์  
 ค. ลักษณะปรากฏของเยลลี่เมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลา 4 สัปดาห์  
 ง. ลักษณะปรากฏของเยลลี่เมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลา 6 สัปดาห์  
 จ. ลักษณะปรากฏของเยลลี่เมื่อทำการเก็บรักษาในระยะเวลา 8 สัปดาห์

#### 4.5.2 การตรวจสอบทางด้านจุลชีววิทยา

ทำการตรวจสอบทางด้านจุลชีววิทยาโดยการวิเคราะห์จุลินทรีย์โดยใช้วิธีตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่เหลว (มพข.518/2547) ระบุไว้ว่าคุณลักษณะที่ต้องการด้าน จุลินทรีย์ต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^4$  โคโลนี/มล. ผลการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในเยลลี่สูตรที่ใช้เจลลอส 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) พบว่ามีจำนวน จุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ดังตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 %(นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด)

สัปดาห์	ซ้ำ.	จำนวนโคโลนีนับได้			จำนวนโคโลนีทั้งหมด (โคโลนี/มล.)
		ระดับการเจือจาง			
		$(10^{-1})$	$(10^{-2})$	$(10^{-3})$	
0	1	0	0	0	$<1 \times 10^1$
	2	0	0	0	
2	1	2	1	0	$<30 \times 10^1$
	2	0	0	0	
4	1	1	0	0	$<30 \times 10^1$
	2	1	1	0	
6	1	1	1	0	$<30 \times 10^1$
	2	1	0	0	
8	1	9	0	0	$<30 \times 10^1$
	2	2	2	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 60 คนด้วยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างรวมทั้งตัวอย่างควบคุมพร้อมทั้งทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบ โดยในการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบตัวอย่างครั้งละคู่คือ ตัวอย่างที่เก็บรักษาและตัวอย่างที่ทำขึ้นใหม่ (ตัวอย่างควบคุม) จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้ค่า t-test แบบสองหาง พบว่าค่า t ที่ได้จากการคำนวณของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 มีความมากกว่าค่า t ตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ ) และ  $df = 1$  แสดงว่าเยลลี่ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์มีความแตกต่างกับตัวควบคุม และเมื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบแล้วพบว่าในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 ผู้ทดสอบส่วนมากยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่ แต่ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าผู้ทดสอบจำนวนมากที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทานมากกว่าจำนวนผู้ทดสอบที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน ดังนั้นจึงได้หยุดการทดสอบทางประสาทสัมผัสในสัปดาห์ที่ 6 ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 การทดสอบด้วยค่า t-test ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด, โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 % (นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด)

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่า t		การยอมรับผลิตภัณฑ์ (คน)	
	t คำนวณ	t ตาราง	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ
2	8.15*	6.314	48	12
4	7.16*	6.314	47	13
6	7.01*	6.314	22	38

หมายเหตุที่ 1 : ค่า t ตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $\alpha = 0.05$ ) และ  $df = 1$

2 : เครื่องหมาย \* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามการวิเคราะห์แบบ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

เยลลี่พร้อมรับประทาน(ที่สามารถใช้หลอดดูดได้) สามารถผลิตได้โดยใช้เจลโลสเป็นสารที่ทำให้เกิดเจลที่ความเข้มข้น 1%(น.น./น.น.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน.น.แห้ง) โดยผสมกับสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 45°บริกซ์ และปรับค่า pH ให้มีค่าระหว่าง 2.8-3.2 ซึ่งของผสมจะสามารถเกิดได้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 นาทีเป็นต้น

จากข้อมูลเคมีวิเคราะห์ของเยลลี่พร้อมรับประทาน พบว่า มีค่าความชื้น50.30% โปรตีน 0.02% ไขมัน 0.94% เถ้า0.05% ไฟเบอร์1.18% คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด42.38% และกลูโคสทั้งหมด 27.78ไมโครกรัม

จากนั้นนำเยลลี่พร้อมรับประทานที่ได้มาทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าความแข็งของเจลมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น,ค่าความหนืดมีแนวโน้มลดลง, ค่าสีโดยแบ่งออกเป็น L\* ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง แสดงว่าเยลลี่มีสีเข้มขึ้น , a\* มีค่าเป็นลบซึ่งแสดงค่าสีเขียว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าเยลลี่มีเขียวลดลง,b\* มีค่าเป็นบวกแสดงค่าเหลือง มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าเยลลี่มีสีเหลืองน้อยลง ,ค่าhue angle มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 69.65-72.28 แสดงว่าเยลลี่มีค่าความเป็นสีเขียวลดน้อยลง ,การตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้คือ  $1 \times 10^4$  โคโลนี/มล. และการทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับ โดยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมจากตัวอย่างที่ทำขึ้นใหม่ (ตัวอย่างควบคุม) ที่ใช้เจลโลส 0.50 %(น.น./น.น.เยลลี่ทั้งหมด,โดยน้ำหนักแห้ง) และใช้สารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50°บริกซ์ พบว่า ในสัปดาห์ที่6 มีจำนวนผู้ทดสอบที่ไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทานมากกว่าผู้ทดสอบที่ยอมรับในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมรับประทาน จึงทำการหยุดทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังตารางที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเจลโลสต่อเพกทิน, ความเข้มข้นของสารที่ทำให้เกิดเจลกับค่าความแข็งของเจล

ปัจจัย	ความแข็งของเจล
Jellose	0.751**
Pectin	-0.784**
Conc.	0.333 <sup>ns</sup>
Jellose x Pectin x Conc.	-0.030 <sup>ns</sup>

หมายเหตุ : \*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.01$

: <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความแข็ง, ความหนืดและ Hue angle กับเวลาในการเก็บรักษา

ปัจจัย	ความแข็งของเจล	ความหนืด	Hue angle
เวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา	0.89*	-0.91*	0.81 <sup>ns</sup>

หมายเหตุ : \* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$

: <sup>ns</sup> ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการผลิตเยลลี่พร้อมรับประทานโดยใช้สารที่ทำให้เกิดเจลคือเจลาติน ทำให้เยลลี่มีความยืดหยุ่นมากเกินไปเหมาะกับการนำไปทำผลิตภัณฑ์จำพวกกัมมี่ หรือนำไปทำผลิตภัณฑ์จำพวกฟิล์มน่าจะมีความเหมาะสมมากกว่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. นนทบุรี :สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.
- จุฑามาศ พีรพัชระ. 2554.ความรู้เรื่องเยลลี่.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://www.clinictech.most.go.th/online/techlist/attachFile/20122141354261.pdf>. 14 พฤษภาคม 2559.
- ณัฐจิตต์. 2556..MARKETEER ACADEMY : MARKET DATA.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://marketeer.co.th/2014/07/marketeer-academy-market-data-2/>. 15 พฤศจิกายน 2558 .
- พรเฉลิมพงศ์และรัตนাপนนท์.เพกทิน.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/430/pectin-เพกทิน>. 12 พฤษภาคม 2559 .
- พรเฉลิมพงศ์และรัตนাপนนท์.เยลลี่.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/882/jelly-เยลลี่>. 12 พฤษภาคม 2559 .
- วุฒิชัย นาครักษา, พอใจ ถามากร, นัสนรินทร์ มะทา, ลำนนำพร ปลดเปลื้อง, สิรินาฏ สุขะวัลลี.(2557).โครงการการผลิตการเก็บรักษาแป้งเมล็ดมะขาม และสมบัติของเจลโลสจากแป้งเมล็ดมะขามต่อพฤติกรรมการเกิดเจล.กรุงเทพฯ
- สิริกานท์ หนูสิงห์และ วราภรณ์ สมพงษ์. 2558.ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลของกัมเมล็ดมะขาม.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2547.มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่เหลว มพช.518/2547
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2556.นวัตกรรมอาหารสำหรับผู้สูงวัย.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://www.nfi.or.th/aging/index.php/>. 12 พฤษภาคม 2559 .
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 15 thed, Association of official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1298.
- Davidson W. Michael. 2015. Plant Cell Wall.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: <http://micro.magnet.fsu.edu/cells/plants/cellwall.html>. 28 พฤศจิกายน 2558 .
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., and F. Smith,(1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28, 350–356
- Prinyawiwatkul, W. 2002. Sensory Evaluation of Food : Overview update and It's Application. Faculty of Agro-Industry,King Mongkut's Institute of Technologe Ladkrabang,Bangkok,Thailand.
- R.M. Marathe, U.S. Annapure, R.S. Singhal, P.R. Kulkarni. 2002.Gelling behavior of polyose From tamarind kernel polysaccharide.Food Hydrocolloides. 16: 423-426.
- S.S.Shaikh\*, K.J.Shivsharan, R.K.Pawar, N.S.Misal, H.R.Mene and B.A.More. 2015. Tamarind seed polysaccharide : A versatile pharmaceutical excipient and its modification. International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research, 33(1), July – August 2015; Article No. 31, Page: 157-164.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## เครื่องมือที่ใช้ทดลองและวิเคราะห์

## ก.1 วิธีผลิตเยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส



นำไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์เทลงในกระบอกอลูมิเนียมปริมาณ 1-2 มล. เพื่อช่วยในการละลายเจลโลส จากนั้นเทเจลโลสลงไปและเติมน้ำเพื่อทำการละลาย

นำมาผสมในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10 นาที โดยใช้โรเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 60 rpm จะได้สารละลายเจลโลส

นำมาปรับค่า pH ให้เท่ากับ 3.00 โดยใช้กรดซิตริกความเข้มข้น 5%

จากนั้นนำสารละลายเจลโลสที่ปรับ pH แล้วมาเติมสารละลายน้ำตาลและกวนผสมเพื่อระเหยน้ำออกในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทใส่ถ้วยพลาสติกปริมาณ 100 กรัม

นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 24 ชม. จะได้เยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนอินเทอร์เน็ต การทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ก.2 วิธีการทำน้ำมะขามเข้มข้น



เตรียมมะขามหวานโดยน้ำเม็ล็ดออก สับให้ละเอียด และชั่งน้ำหนักมา 100 กรัม

นำใส่ในเครื่องปั่น เติมน้ำ 200 กรัม และปั่นผสมเป็นเวลา 1 นาที



จากนั้นใช้ผ้าขาวบางกรองกากออก



นำส่วนที่กรองได้มาพาสเจอร์ไรซ์ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 30 นาที จะได้น้ำมะขามเข้มข้น



## ภาคผนวก ข

### การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

#### ข.1 วัดค่าความแข็งของเจลของเยลลี่ (Gel strength)

การวัดความแข็งของเจลของเยลลี่ ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i

##### 1.1 อุปกรณ์

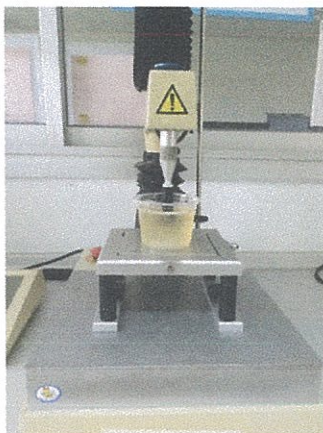
1. เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i
2. หัววัด P/0.5R

##### 1.2 วิธีการ

1. การใส่ Load cell และการประกอบเครื่อง
  - Load cell มี 1 ขนาด คือ 50 กิโลกรัม
2. การเข้าสู่โปรแกรม และการ Load cell
  - Texture Expert → T.A. → Calibrate Force → วางตุ้มน้ำหนักขนาด 50 กิโลกรัม บนเครื่อง → กดตกลง → T.A. → Calibrate Probe → ติดตั้งฐาน และหัว Probeต่อเข้ากับข้อต่อสั้น → ตั้งค่า return ให้เกินความสูงของถ้วยเล็กน้อย → กดตกลง
3. การตั้งค่า
  - T.A. → Calibrate Force การตั้งค่าเครื่อง Texture ที่ Mode: Compression, pre-test speed: 2.0 mm/s, test speed: 2.0 mm/s, post-test speed: 2.0 mm/s, Target mode: Distance 5 mm → Update
4. การวัดตัวอย่าง
  - T.A. → Run a test ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
5. การ Save รูปภาพ
  - เมื่อได้กราฟแล้วให้คลิก function + print screen แล้วนำไปวางใน โปรแกรม paint
6. การเปรียบเทียบกราฟ และค่าความแข็งของเจลที่ได้
  - เลือกรูปภาพ (เลือกจากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว) คลิกที่ไฟล์นั้น → GoTo → Max Force → Process Data → Mark Force จะได้จุดสูงสุดของกราฟคือ ค่าความแข็งของเจล (Gel strength)



ภาพที่ ข.1 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i ยี่ห้อ Stable Micro System เอกสารนี้เป็น และหัววัด P/0.5R สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.2 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง

## ข.2 การตรวจวัดสี

วัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma Meter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300

### 2.1 วิธีการ

- เสียบปลั๊ก แล้วเปิดเครื่องวัดสี
- ทำการ Calibrate เครื่องด้วยแผ่น Calibrate
- วัดตัวอย่างโดยนำเครื่องวัดสีให้สัมผัสกับผิวหน้าของตัวอย่างแล้วกดวัดค่า
- ค่าสีที่ได้ออกมาจะอยู่ในรูปแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง(L\*), ค่าสีแดง (a\*) และค่าสีเหลือง (b\* )
- นำค่าที่ได้มาคำนวณค่า Hue angle โดยคำนวณจากสูตร  $\text{Hue angle} = \tan^{-1}(b/a)$



ภาพที่ ข.3 เครื่องวัดสี Chroma meter ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ตารางแสดงค่าสีในระบบ CIE L\*,a\*,b\* และค่า Hue angle ของเยลลี่สูตรที่ใช้เจลโลส 1.00 (% นน./นน.เยลลี่ทั้งหมดโดยน้ำหนักแห้ง) 45°บริกซ์ และเติมแต่งกลิ่นรสด้วยน้ำมะขามเข้มข้น 7 (%นน./นน.เยลลี่ทั้งหมด) ที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	L*	a*	b*	Hue angle
0	31.74±0.05	-1.62±0.07	4.38±0.25	69.65±0.32
2	30.60±0.19	-1.25±0.13	3.78±0.13	71.61±2.27
4	28.47±0.35	-1.18±0.03	3.56±0.09	71.66±0.22
6	28.17±0.16	-1.17±0.03	3.54±0.06	71.77±0.35
8	27.29±0.18	-1.07±0.07	3.36±0.11	72.28±0.32

หมายเหตุที่ 1 : ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

หมายเหตุที่ 2 : ค่า L\* แสดงค่าความสว่าง มีค่าระหว่าง 0 ถึง 100  
ค่า + a\*แสดงถึงค่าสีแดงและ - a\*แสดงถึงค่าสีเขียว  
ค่า + b\*แสดงถึงค่าสีเหลืองและ - b\* แสดงถึงค่าสีน้ำเงิน

### ข.3 วัดค่าความหนืด (Viscosity)

วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น DV-III

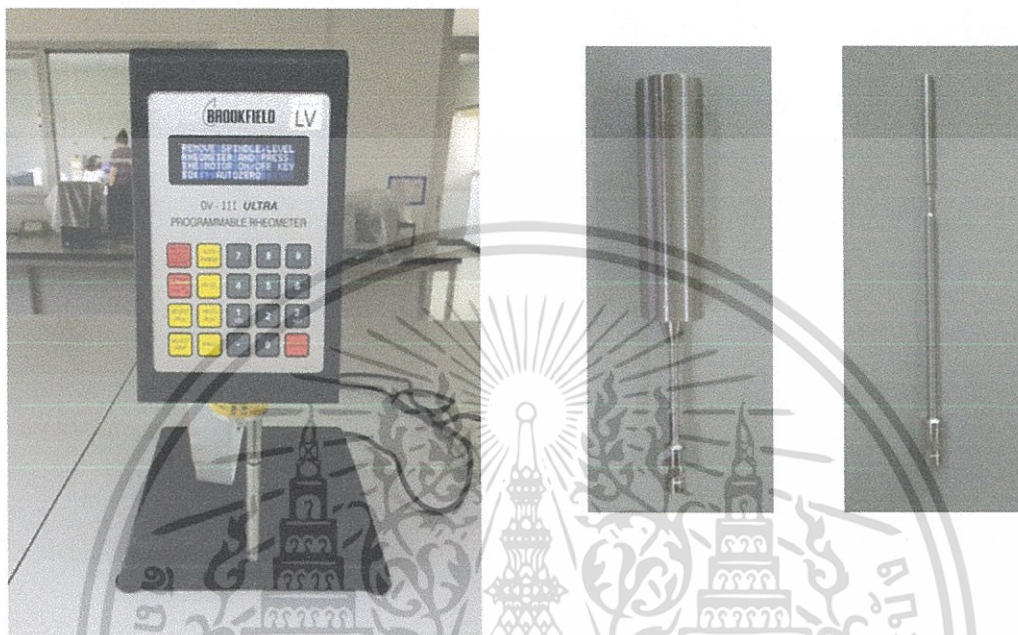
#### 3.1 วิธีการ

- ปรับลูกน้ำให้อยู่ที่จุดกึ่งกลางของกรอบ เพื่อตั้งเครื่องให้สมดุล
- ก่อนเปิดเครื่องให้ใส่ guard
- เปิด switch ซึ่งอยู่ด้านหลังฐานของเครื่องทางขวามือ จอปรากฏ remove spindle press any key
- กดปุ่มอะไรก็ได้ 1 ครั้ง รอจนหน้าจอจะปรากฏ replace spindle press any key (ใช้เวลาประมาณ 15 วินาที) กดปุ่มอะไรก็ได้ 1 ครั้ง หน้าจอจะปรากฏ
- ใส่ตัวอย่างให้เรียบร้อย การเตรียมตัวอย่างใส่ลงในบีกเกอร์ปริมาตร 600 มล. จุ่มหัว spindle ลงในตัวอย่างโดยใช้มือด้านหนึ่งจับแกนของมอเตอร์ให้นิ่ง ต่อ spindle เข้ากับแกนของมอเตอร์ หมุนตามเข็มนาฬิกาจนแน่น
- กด Select Spindle เพื่อเลือกเบอร์ของเข็มให้ตรงกับเข็มที่นำมาใช้ แล้วกด Select Spindle อีกครั้ง เพื่อให้เครื่องบันทึก จากนั้น กดปุ่ม Motor on/off เพื่อเปิดเครื่อง
- กดปุ่ม Set speed เพื่อกำหนดความเร็วรอบในการหมุน โดยจะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นที่ค่าน้อย ๆ ก่อน เช่น 10 rpm แล้วกด Set speed อีกครั้ง เพื่อให้เครื่องบันทึก การเลือกความเร็วรอบในการหมุน ควรจะมีค่าใกล้ 100 % TORQUE
- การเปลี่ยนความเร็วรอบ ให้กลับไปทำตามข้อ 8 ใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบจะต้องเพิ่มค่าครั้ง ละ น้อยๆ เช่น 10 rpm จนกว่าค่า torque จะมีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 100%
- ถ้าค่า TORQUE ขึ้น error แสดงว่าใช้ความเร็วรอบมากเกินไปต้องลดความเร็วรอบลง
- ถ้าค่า TORQUE มีค่าต่ำ ทั้งที่ตั้งค่าความเร็วรอบ (rpm) สูงสุดแล้ว แสดงว่าเข็มที่ใช้ไม่เหมาะสม ให้เปลี่ยนหัวเข็มใหม่โดยการลดค่าความเร็วรอบลงทีละน้อย จนมีค่าความเร็วรอบถึง 0 แล้วทำการกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่ม motor on/off เพื่อให้ motor off แล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวเข็มหลังจากนั้น ทำการกด motor on อีกครั้ง แล้วจึงทำ ใหม่

- เมื่อวัดค่าเสร็จก็ลดความเร็วรอบลงครั้งละน้อยๆ ให้ค่าถึงศูนย์ แล้วกดปุ่ม motor off ให้ motor หยุดทำงาน และปิด switch ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบและถูกต้อง



ภาพที่ ข.4 เครื่องวัดความหนืด Viscometer ยี่ห้อ Brookfield viscometer รุ่น DV III และหัววัดเบอร์ 61,64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างแบบสอบถามโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-Point Hedonic Scale)  
 กรุณชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดและให้คะแนนความชอบตามความรู้สึกต่อแต่ละผลิตภัณฑ์ในแต่ละปัจจัย  
 คุณภาพจากคะแนนสเกลความชอบที่กำหนดให้

แบบสอบถามการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

Hedonic และ JAR

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ เยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส

คำชี้แจง กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่อไปนี้ และให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละ  
 ปัจจัยคุณภาพจากคะแนนสเกลความชอบที่กำหนดให้

กำหนดให้ สเกลความชอบ:

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

ตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	Hedonic	JAR		
	คะแนนความชอบ	“not enough”	“enough”	“Too much”
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่นรส				
เนื้อสัมผัส				
ความหวาน				
ความง่ายในการดูด				
ความชอบโดยรวม				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบสอบถามเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม  
(Overall Different from Control)

แบบสอบถามเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม

ผลิตภัณฑ์ เยลลี่มะขาม

ชื่อผู้ทดสอบ \_\_\_\_\_

วันที่ \_\_\_\_\_

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแต่ละคู่โดยทดสอบตัวอย่าง C ก่อนแล้วทดสอบตัวอย่างที่มีรหัสและประเมินความแตกต่างรวมของตัวอย่างดังกล่าวกับตัวอย่าง C โดยเขียนเครื่องหมาย X ให้ตรงกับข้อความที่ตรงกับความรู้สึก

รหัส 147

.....0=ไม่มีความแตกต่าง

.....1=แตกต่างเล็กน้อย

.....2=แตกต่างปานกลาง

.....3=แตกต่างมาก

.....4=แตกต่างมากที่สุด

รหัส 253

.....0=ไม่มีความแตกต่าง

.....1=แตกต่างเล็กน้อย

.....2=แตกต่างปานกลาง

.....3=แตกต่างมาก

.....4=แตกต่างมากที่สุด

ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่มะขามนี้หรือไม่

ยอมรับ

ไม่ยอมรับ

ข้อเสนอแนะ \_\_\_\_\_

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม

วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างโดยรวมกับตัวอย่างควบคุม

การวิเคราะห์ผล

ใช้ค่า t-test เนื่องจากมี 2 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่เก็บรักษา กับ ตัวอย่างควบคุม) คำนวณค่า t จากสูตร

$$t = \frac{\bar{u}_1 - \bar{u}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

โดยกำหนดให้  $\bar{u}$  คือ คะแนนรวม/จำนวนผู้ชิม

S คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละตัวอย่าง

N คือ จำนวนผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตัวอย่างการคำนวณ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ (รหัสตัวอย่าง 147) และตัวอย่างควบคุม (รหัสตัวอย่าง 253)

รหัส 147	รหัส 253
$\bar{u}_1 = 2.45$	$\bar{u}_2 = 0.93$
$S_1 = 1.42$	$S_2 = 0.90$
$N_1 = 60$	$N_2 = 60$

## แทนค่าลงในสูตร

$$t = \frac{2.45 - 0.93}{\sqrt{\frac{1.42^2}{60} + \frac{0.90^2}{60}}}$$

$$t = 7.01$$

โดยที่ค่า  $t$  ที่คำนวณได้มากกว่า  $t$  ตาราง = 6.314 เมื่อ  $\alpha = 0.05$ ,  $df = 1$  ดังนั้นสรุปได้ว่าตัวอย่างแตกต่างกัน

## ภาคผนวก ง

### การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ง.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลส

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC.,1995)

1.1 อุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ และภาชนะหาความชื้น (Aluminium can)
2. โถดูดความชื้น และเครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

1.2 วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ  $130 \pm 3$  องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3-5 กรัม ด้วยตาชั่งละเอียด
3. นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ  $130 \pm 3$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงจนน้ำหนักคงที่
4. ปิดฝา และทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (Dessicator)
5. นำออกมาชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

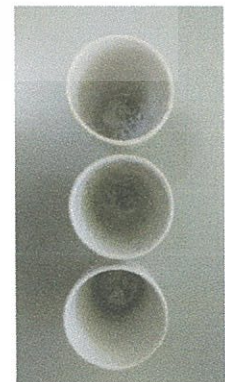
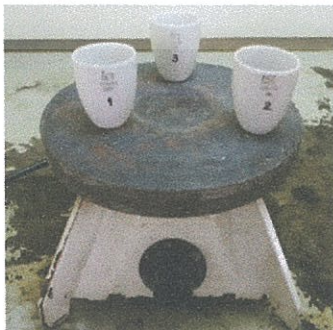
$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC.,1995)

2.1 วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่าง 3-5 กรัม ใส่ลงใน crucible ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งน้ำหนัก
2. เผาใส่ Furnance ที่ 550 องศาเซลเซียส จนกว่าจะมีสีขาว ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนหลังเผา

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}} \times 100$$



ภาพที่ ง.1 การวิเคราะห์เถ้าในผลิตภัณฑ์เยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC.,1995)

#### 3.1 สารเคมี

##### 1. ปีโตรเลียมอีเทอร์

#### 3.2 วิธีการ

1. อบบีกเกอร์ไขมันพร้อมลูกแก้วกันเดือด ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่าง 3-4 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ  $130 \pm 3$  องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือจนได้น้ำหนักที่แน่นอน
3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจากข้อที่ 1 ประมาณ 3-4 กรัม โดยทราบน้ำหนักที่แน่นอน ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ลงในทิมเบล
4. ตวงปีโตรเลียมอีเทอร์ 140 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ไขมัน ที่มีทิมเบลอยู่ นำเข้าเครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) และชุดสกัดต่อเข้าคอนเดนเซอร์ ทำการสกัดโดยใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง
5. นำบีกเกอร์ไประเหยปีโตรเลียมอีเทอร์โดยนำไปวางบน Hot plate ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส จนปีโตรเลียมอีเทอร์ระเหยออกหมด ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่ได้

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักบีกเกอร์} + \text{น้ำหนักไขมัน}) - \text{น้ำหนักบีกเกอร์}}{\text{น้ำหนักตัว}} \times 100$$

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้}}{100 - \text{ปริมาณความชื้น}} \times 100$$



ภาพที่ ง.2 การวิเคราะห์ไขมันในผลิตภัณฑ์เยลลี่

#### 4. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน แบบ Buchi – Kjeldahl System (AOAC.,1995)

##### 4.1 สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. กรดบอริกความเข้มข้น 2%
3. กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40%
5. คตะลิสต์ (Catalyst) เตรียมโดยผสมคอปเปอร์ซัลเฟตต่อโพแทสเซียมซัลเฟต 1:10
6. อินดิเคเตอร์ผสม โดยผสม 0.1% เมทิลลีนบลู และ 0.2% เมธิลเรด

##### 4.2 วิธีการวิเคราะห์ Digestion vessel

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงใน Digestion vessel
2. เติมคตะลิสต์ (Catalyst) 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร และลูกแก้วป้องกันการเดือด
3. นำ Digestion vessel ตั้งเข้ากับชุดย่อยโปรตีน ทำการย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใส
4. นำหลอดที่ย่อยเสร็จแล้วใส่ในเครื่องกลั่นโปรตีน ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของระบบน้ำสำหรับหล่อเย็น ถังน้ำกลั่น ถังโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40%
5. เติมกรดบอริกเข้มข้น 2% ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ หยดอินดิเคเตอร์ทั้งสองอย่างละหยด จะได้สารละลายสีม่วง นำขวดรูปชมพู่ใส่ในชุดกลั่นเสียบท่อพลาสติกที่ต่อจากคอนเด็นเซอร์ลงในกรดบอริก เพื่อดักจับแก๊สแอมโมเนียที่กลั่นออกมาได้
6. นำส่วนที่กลั่นได้ไปไทเทรต กับกรดไฮโดรคลอริก จนได้สารละลายสีชมพูม่วง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในอาหาร} = \frac{(A-B) \times N \times 14}{W \times 1000} \times 100$$

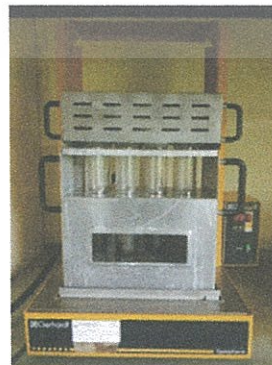
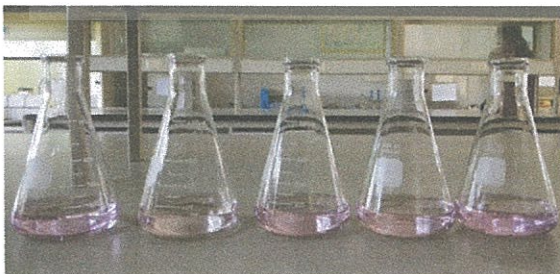
A = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรตกับ Blank

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ (Normal)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.25$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สภาพที่ 3 การวิเคราะห์โปรตีนในผลิตภัณฑ์เยลลี่หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (AOAC.,1995)

### 5.1 สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.255N
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.313N
3. อะซิโตน (Acetone)
4. n-Octanol

### 5.2 วิธีวิเคราะห์

1. เมาถ้วยชนิดทนไฟที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ลงในถ้วยชนิดทนไฟ ต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ใยอาหารในส่วนของ Hot extraction unit ปิดล็อกให้แน่น
3. เติมกรดซัลฟิวริกอุ่นๆ จำนวน 150 มิลลิลิตร ลงในขวดย่อยของแต่ละตัวอย่าง
4. หยด n-Octanol 1 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟองล้น ให้ความร้อนจนเดือด
5. ลดความร้อนลง และต้มต่อให้เดือด 30 นาที
6. กรองเอากรดออก โดยเลื่อนคั้นโยกไปที่ Vacuum ถ้ากรองไม่ลงให้ใช้แรงดันที่ตำแหน่ง Pressure ช่วย
7. ล้างกากด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร กรองจนแห้ง
8. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อุ่นๆ 150 มิลลิลิตร ลงในขวดย่อยของแต่ละตัวอย่าง
9. หยด n-Octanol 1 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟองล้น ให้ความร้อนจนเดือด
10. ลดความร้อนลง และต้มต่อให้เดือด 30 นาที
11. กรองเอากรดออก โดยเลื่อนคั้นโยกไปที่ Vacuum ถ้ากรองไม่ลงให้ใช้แรงดันที่ตำแหน่ง Pressure ช่วย
12. ล้างกากที่อยู่ในถ้วยทนร้อนด้วยอะซิโตน 25 มิลลิลิตร กรองให้แห้ง
13. นำถ้วยทนร้อนไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักที่แน่นอน
14. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกมาใส่ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก เพื่อหาน้ำหนักที่แน่นอน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Crude fiber} = \frac{(Wc - Wb) - (Wd - Wa) \times 100}{Ws \text{ (dry basis)}}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในผลิตภัณฑ์เท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต =  $100 - (\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} + \text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} + \text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} + \text{เปอร์เซ็นต์เยื่อใย} + \text{เปอร์เซ็นต์เถ้า})$

## 7. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธี Phenol-Sulfuric acid (Dubois *et al.*, 1956)

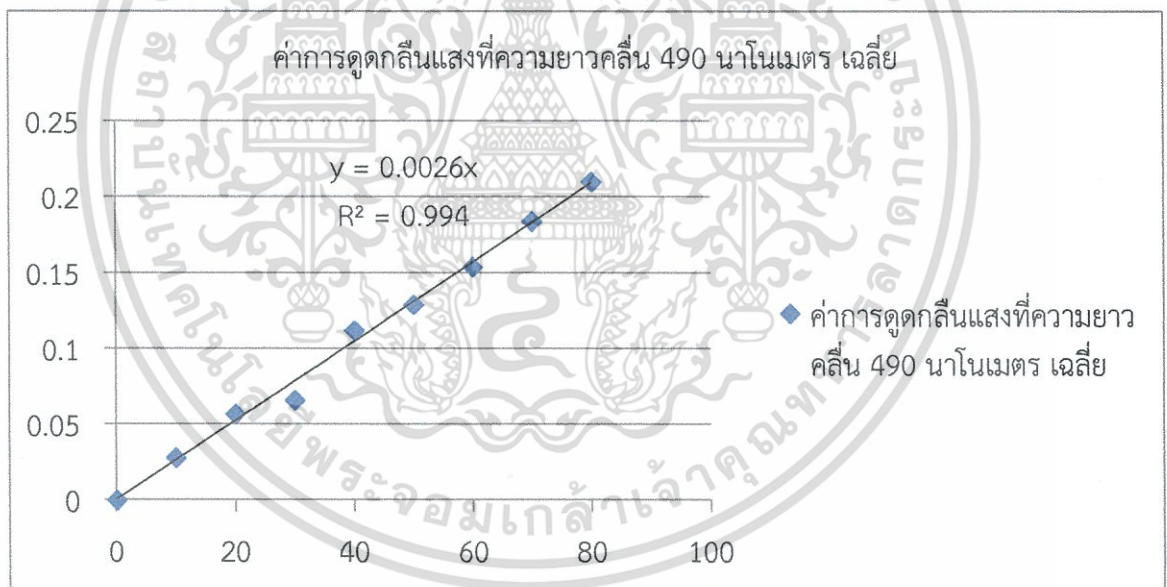
### 7.1 สารเคมี

1. Phenol solution (4%)
2. Sulfuric acid (96%)
3. Standard glucose

### 7.2 วิธีกร

#### 1. การเตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส

ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 100  $\mu\text{g/ml}$  ปริมาณ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8 mL ตามลำดับใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรของสารละลายกลูโคสทั้งหมด 2 mL เติมสารละลาย Phenol (4%) ปริมาณ 0.5 mL ตามด้วย Sulfuric acid (96%) ปริมาณ 2.5 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 nm. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกลูโคส ( $\mu\text{g}$ )



ภาพที่ ง.5 กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส

#### 2. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในตัวอย่าง

ปิเปตตัวอย่างปริมาณ 2 mL ใส่หลอดทดลอง เติมสารละลาย Phenol (4%) ปริมาณ 0.5 mL ตามด้วย Sulfuric acid (96%) ปริมาณ 2.5 mL เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 nm. อ่านค่าปริมาณน้ำตาลจากกราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคสในข้อ 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคำนวณ

จากกราฟมาตรฐาน (Standard curve) ความสัมพันธ์ระหว่าง Absorbance กับสารละลายกลูโคสมาตรฐาน ได้สมการ

$$y = 0.0026x$$

กำหนด  $y =$  ค่า Absorbance

$x =$  ปริมาณสารละลายกลูโคสมาตรฐาน (ไมโครกรัม)

จากการทดลองพบว่า มีค่า Absorbance =  $\frac{0.086+0.081+0.083}{3} = 0.083 \text{ A}$

แทนค่า ในสมการจะได้

$$y = 0.003x$$

$$0.083 = 0.0026x$$

$$x = 31.92 \text{ } \mu\text{g.}$$

ดังนั้น เยลลี่ มีปริมาณกลูโคสมาตรฐานอยู่ 31.92 ไมโครกรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก จ

### การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

จ.1 การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total plate count เทคนิค pour plate โดยวิธีของ (AOAC.,1995)

#### 1. อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)

2. เปปโตน (Peptone water) ร้อยละ 0.1 ในหลอดทดลองปริมาตร 9 มิลลิลิตร และในขวดฝาเกลียว ปริมาตร 225 มิลลิลิตร

#### 2. วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกทนร้อน เติมเปปโตนร้อยละ 0.1 จากขวดฝาเกลียว ปริมาตร 225 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตัวอย่างอาหารที่ได้จะมีระดับความเจือจาง  $10^{-1}$

2. เจือจางสารละลายตัวอย่างให้มีระดับความเจือจางเป็น  $10^{-1}$   $10^{-1}$  โดยใช้เปปโตนร้อยละ 0.1

3. ปิเปตตัวอย่างอาหาร 1 มิลลิลิตร จากแต่ละระดับความเจือจางลงในจานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ

4. เททับด้วยอาหาร PCA ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร แกว่งจานเพาะเชื้อเบาๆ แล้วตั้งทิ้งไว้ให้อาหาร แข็งตัว

5. บ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในลักษณะคว่ำจานเพาะเชื้อเป็นระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง

6. ตรวจสอบจำนวนโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี และรายงานผล เป็นจำนวน Colony Forming Unit (CFU) ต่อกรัมตัวอย่าง

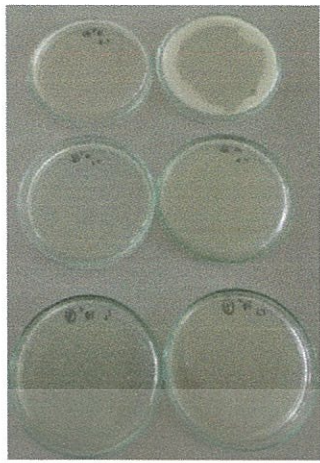
#### 3. การคำนวณ

Total viable count = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี x ระดับความเจือจาง (CFU/กรัมตัวอย่าง)



ภาพที่ จ.1 การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

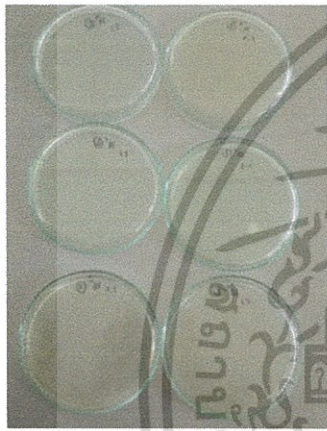
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เริ่มต้น



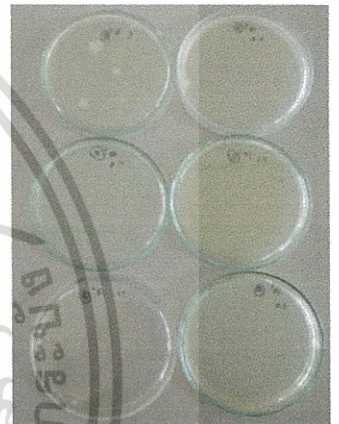
สัปดาห์ที่ 2



สัปดาห์ที่ 4



สัปดาห์ที่ 6



สัปดาห์ที่ 8

ภาพที่ จ.2 ผลการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ จ.3 สถานที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์เยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ฉ

### การคำนวณต้นทุนการผลิตเยลลี่พร้อมรับประทาน

ฉ.1 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนการผลิตเยลลี่พร้อมรับประทานจากเจลโลสสูตรเจลโลส 1% 45°บริกซ์

1. วัตถุดิบ สารเคมีและบรรจุภัณฑ์

เจลโลส	1	กิโลกรัม	ราคา	1,400	บาท
ดั่งนั้นถ้าเจลโลส	56.2	กรัม	ราคา	88.23	บาท
มะขามหวาน	117	กรัม	ราคา	98.2	บาท
สารละลายน้ำตาล	4,500	กรัม	ราคา	42	บาท
ใช้ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ช่วยละลาย	50	กรัม	ราคา	4.9	บาท
ใช้กรดซิตริกในการปรับค่า pH	15	กรัม	ราคา	3.6	บาท
บรรจุภัณฑ์ถ้วย PE ขนาด 4 ออนซ์	จำนวน 50 ถ้วย		ราคา	32	บาท

2. น้ำ

ใช้น้ำในการละลายเจลโลส	2,250	กรัม	ราคา	21	บาท
ใช้น้ำในการทำน้ำมะขามเข้มข้น	233	กรัม	ราคา	2.17	บาท

3. ค่าใช้ไฟฟ้าในการผลิตทั้งหมด

กวนผสมสารละลายเจลโลส	6,000	กรัม			
ใช้เวลาในการกวนผสม	8	ชั่วโมง	ใช้ไฟฟ้าคิดเป็น	29.52	บาท
การให้ความเย็นในการเกิดเจล	5,000	กรัม			
ใช้เวลาในการแช่เย็น	24	ชั่วโมง	ใช้ไฟฟ้าคิดเป็น	75.35	บาท

4. ค่าแรงงาน 300 บาท/คน

ผลรวมทั้งหมด =  $88.23+98.2+42+4.9+3.6+32+21+2.17+29.52+75.35+300 = 664.97$  บาท/50ถ้วย

ดังนั้น ในเวลา 8 ชม.จะสามารถผลิตเยลลี่ได้ 50 ถ้วยหรือ 5,000 กรัม (1 ถ้วยมีน้ำหนักสุทธิ 100 กรัม) และใน 1 วันจะผลิตเยลลี่ได้ 150 ถ้วยหรือ 15,000 กรัม ต้นทุนการผลิตต่อ 1 ถ้วย เท่ากับ 13.3 บาท

หมายเหตุ : อัตราค่าไฟฟ้าคิดตามการไฟฟ้านครหลวง ราคานี้ยังไม่รวมภาษี

(<http://www.mea.or.th/profile/index.php?l=th&tid=3&mid=111&pid=109>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข  
(ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543  
เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง แยม เยลลี่ และ มาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 89 (พ.ศ.2528) เรื่อง แยม เยลลี่ และ มาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ.2528

ข้อ 2 ให้แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ในประกาศนี้ “แยม” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบผลไม้ซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับน้ำตาลหรือจะผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ “เยลลี่” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้น หรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองและผสมกับ น้ำตาลทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะทั้งนี้ให้รวมถึงเยลลี่ที่อยู่ในลักษณะแห้งด้วย “มาร์มาเลด” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลไม้ตระกูลส้มซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับเปลือกหรือเนื้อผลไม้ชิ้นบาง ๆ และน้ำตาล หรือจะผสม น้ำผลไม้ตระกูลส้มด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติตามประกาศนี้ คำว่า “ผลไม้” ให้หมายความรวมถึงผักที่เหมาะสมในการใช้ทำแยมและเยลลี่ซึ่งสด ไม่เน่าเสีย ไม่เป็นโรค หรือมีรา ล้างกำจัดผงฝุ่นละอองสารป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช และสิ่งอื่นที่ติดปนมาด้วยแล้ว

ข้อ 4 แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- (1) มีกลิ่นรสตามลักษณะเฉพาะของแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด แล้วแต่กรณี
- (2) มีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก
- (3) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5
- (4) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- (5) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- (6) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กรัม

แล้วแต่กรณี โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (7) ไม่มีวัตถุประสงค์ให้ความหวานชนิดอื่นนอกจากน้ำตาล มอนูน้ำตาลให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) ตรวจพบสารปนเปื้อนดังต่อไปนี้ได้ไม่เกิน

(8.1) ตะกั่ว 1 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลต 1 กิโลกรัม

(8.2) ดีบุก 250 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลต 1 กิโลกรัม (คำนวณเป็น Sn)

ข้อ 5 แยม เยลลี่ และมาร์มาเลต นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 แล้ว ให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้ด้วย คือ

(1) แยมที่ทำจากผลไม้ชนิดเดียว ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของ น้ำหนัก เว้นแต่ผลไม้ดังต่อไปนี้ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ตามที่กำหนด ดังนี้

(1.1) ฝรั่ง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนัก

(1.2) เนื้อมะม่วงหิมพานต์ ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

(1.3) กระเจี๊ยบ ขิง มะม่วง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของน้ำหนัก

(2) แยมที่ทำจากผลไม้ 2 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

(3) แยมที่ทำจากผลไม้ 3 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 33.33 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

(4) แยมที่ทำจากผลไม้ตั้งแต่ 4 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 แต่ไม่เกินร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

(5) เยลลี่ ให้มีน้ำผลไม้หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ใช้ทำไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

(6) มาร์มาเลต ให้มีปริมาณผลไม้ที่ใช้ทำโดยรวมทั้งเนื้อ น้ำ หรือส่วนน้ำที่สกัดได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 20 ของน้ำหนัก โดยไม่รวมเปลือก

ข้อ 6 การใช้วัตถุเจือปนอาหาร สีผสมอาหาร หรือวัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารในแยม เยลลี่ และ มาร์มาเลต ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้

ข้อ 7 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าแยม เยลลี่ และมาร์มาเลต เพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 8 การใช้ภาชนะบรรจุแยม เยลลี่ และมาร์มาเลต ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่า ด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 9 การแสดงฉลากของแยม เยลลี่ และมาร์มาเลต ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่า ด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 10 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 89 (พ.ศ.2528) เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลต ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลง วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ.2528 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่ วันที่ ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 11 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าแยม เยลลี่ และมาร์มาเลต ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อน วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำ ขอดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 7 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คง ใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศใน ราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2544)

## บัญชีหมายเลข 1

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543

เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อันดับ	วัตถุประสงค์	ชื่อวัตถุเจือปน อาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1.	สารปรับความเป็นกรด-ด่าง (Acidity Regulator)	1.1 กรดซิตริก (Citric acid) กรดมาลิก (Malic acid) หรือกรดแลคติก(Lactic acid)	-	ให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5
		1.2 กรด แอล-ตาร์ตาริก (L-Tartaric acid) หรือกรดฟูมาริก (Fumaric acid)	3,000	
		1.3 เกลือโซเดียม เกลือโพแทสเซียม และเกลือแคลเซียม ของกรดซิตริก กรด มาลิก กรดแลคติก กรดแอล-ตาร์ตาริก หรือกรดฟูมาริก	3,000	กรดและเกลือของกรด แอล- ตาร์ตาริก และกรดฟูมาริก ให้ คำนวณเป็นกรดโดยใช้ได้ ใน ปริมาณไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม
		1.4 โซเดียม คาร์บอเนตและ โพแทสเซียม คาร์บอเนต	-	ให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 2.8-3.5
		1.5 โซเดียมไบคาร์บอเนต และ โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต	-	ให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสมเพื่อรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไป

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับ	วัตถุประสงค	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
2.	วัตถุป้องกันการเกิดฟอง (Antifoaming Agents)	2.1 โมโนและไดกลีเซอไรด์ ของกรดไขมันของน้ำมันที่ ใช้บริโภค (Mono-and diglycerides of fatty acids of edible oils)		ให้ใช้ได้ปริมาณที่ เหมาะสมเพื่อป้องกันการ เกิดฟอง
		2.2 ไดเมทิลโพลีซิลอกเซน (Dimethyl polysiloxane)	10	
3.	วัตถุทำให้ข้น (Thickening Agents)	เพกติน (Pectin)	-	ให้ได้ในปริมาณที่เหมาะสม
4.	วัตถุกันเสีย (Preservatives)	4.1 โซเดียมเบนโซเอต (Sodium Benzoate), กรดซอร์บิก และเกลือ โพแทสเซียมของกรดซอร์ บิก (Sorbic acid and potassium salt), เอสเทอร์ ของกรดพาราไฮ ดรอกซีเบนโซอิก(Esters of Parahydroxy benzoic acid)	1,000	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือ ใช้รวมกัน แต่เมื่อรวมกัน แล้ว ต้องไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อแอมหรือ เยลลี่ 1 กิโลกรัม
		4.2 กรดซอร์บิกและ โพแทสเซียมซอร์เบต	500	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือใช้รวมกัน แต่เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่ เกิน 500 มิลลิกรัม ต่อมาร์มาเลต 1 กิโลกรัม
		4.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphurdioxide)	100	ให้มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ ติดมากับวัตถุได้ใบ ปริมาณไม่เกิน 100 มิลลิกรัม ต่อแอม เยลลี่ หรือมาร์มาเลต 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับ	วัตถุประสงค์	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
5.	วัตถุทำให้คงรูป (Firming Agents) ให้ใช้กับผลไม้ที่นำมา ผลิตแยมเท่านั้น	แคลเซียมไบซัลไฟต์ (Calcium bisulphite) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate), แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride), แคลเซียมแลกเตต (Calcium lactate), แคลเซียมกลูโคเนต (Calcium gluconate)	200	จะใช้ได้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือ ใช้ร่วมกัน แต่เมื่อรวมกัน แล้วต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อแยม 1 กิโลกรัม โดยคำนวณเป็น แคลเซียม
6.	วัตถุกันหืน (Antioxidants)	กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)	500, 750	ให้ใช้ได้ปริมาณไม่เกิน 500 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม หรือใช้ในปริมาณ ไม่เกิน 750 มิลลิกรัม ต่อ แยมที่ทำจากผลแบล็คเคอ แรนต์ (blackcurrant jam) 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีหมายเลข 2  
 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543  
 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อันดับ	วัตถุประสงค	ชื่อวัตถุเจือปน อาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1.	สี (Colours) : 1.1 การใช้สี ผสมอาหารใน แยมและเยลลี่	1.1.1 เออร์โรซีน (Erythrosine) 1.1.2 อะมาแรนธ์ (Amaranth) 1.1.3 ฟาสต์ กรีน เอ็ฟ ซีเอ็ฟ (Fast Green FCF) 1.1.4 ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4 R) 1.1.5 ตาร์ตราซีน (Tartrazine) 1.1.6 ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซี เอ็ฟ (Sunset Yellow FCF) 1.1.7 บริลเลียนท์บลู เอ็ฟซี เอ็ฟ (Brilliant Blue FCF) 1.1.8 อินดิโกคาร์มีนหรืออินดิ โกติน (Indigo Carmine or Indigotine) 1.1.9 คาราเมล (Caramel Colours) 1.1.10 คลอโรฟิลล์ (Chlorophylls) 1.1.11 เบตา-อะโป-8'- คาร์ ทีนาล (Betaapo-g'-carotenal)	200	จะใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือใช้รวมกันได้ แต่เมื่อ รวมกันแล้วต้องไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อแยม เยลลี่ 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันดับ	วัตถุประสงค	ชื่อวัตถุเจือปน อาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
		1.1.12 เอทิลเอสเตอ์ ของเบตา-อะโป-8'-คา โรทีโนอิก แอซิด (Ethyl ester of beta-apo-8'- carotenoic acid) 1.1.13 แคนธา แซนธิน (Canthaxanthine)		
1.2	การใช้สีผสม อาหารในมาร์มาเลด	1.2.1 คาราเมล (ที่ ไม่ได้ผลิตโดยกรรมวิธี แอมโมเนียซัลไฟต์) 1.2.2 คาราเมล (ที่ผลิตโดย กรรมวิธีแอมโมเนียซัลไฟต์) 1.2.3 ซันเซตเยลโลว์ เอ็ฟซี เอ็ฟ (SunsetYellow FCF) 1.2.4 ตาร์ตราซีน (Tartrazine), ฟาสต์กรีน เอ็ฟ ซีเอ็ฟ (Fast Green FCF)	-  1,500 200 100	ให้ใช้ได้ปริมาณที่ เหมาะสม  ใช้ในมาร์มาเลดที่ทำจาก มะนาวเท่านั้นโดยจะใช้ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้ รวมกันได้แต่เมื่อรวมกัน แล้วต้องไม่เกิน100 มิลลิกรัมต่อมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีหมายเลข 3  
 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543  
 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อันดับ	วัตถุประสงค	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ ให้ใช้ได้ (มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)	หมายเหตุ
1.	วัตถุแต่งกลิ่นรสอาหาร (Flavor)	1.1 กลิ่นของผลไม้จากธรรมชาติตามชื่อผลไม้ที่แจ้งในผลิตภัณฑ์ 1.2 กลิ่นมันต์ธรรมชาติ 1.3 กลิ่นซินนามอนธรรมชาติ 1.4 วานิลลาและวานิลลิน 1.5 กลิ่นผลไม้ตระกูลส้มจากธรรมชาติ	-  -  -  -	ใช้กับ แยม เยลลี่ ได้ในปริมาณที่เหมาะสม  ใช้กับ แยม เยลลี่ ได้ในปริมาณที่เหมาะสม  ใช้กับ แยม เยลลี่ ได้ในปริมาณที่เหมาะสม ใช้กับแยมผลเกาลัด (Chestnut preserves) เท่านั้น โดยใช้ในปริมาณที่เหมาะสม ให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช  
โปรแกรมที่ใช้คำนวณทางสถิติ



**IBM Singapore Pte Ltd**

Registration No. 1975-01566-C

IBM Singapore Pte Ltd, 9 Changi Business Park Central 1, The IBM Place, Singapore 486048

**Proof of Entitlement**

P.O. No: 97517862

Administration Contact :

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
1 CHALONG KRUNG I  
LADKRABANG, BANGKOK 10520  
THAILAND

This Proof of Entitlement, supported by your matching paid invoice or receipt, is evidence of your level of authorized use of the Eligible Products listed below. All Eligible Products are provided to you subject to the terms listed on the IBM Terms and Conditions page.

IBM Agreement Number: 181834

IBM Customer Number: 444231

Relationship SVP Level: ED

IBM Site Number: 3252239

Anniversary: 01-Oct

IBM Order Reference Number: 55465024

Total points on this order: 240.00

IBM Order Reference Date: 22-Sep-2015

Order SVP Level: ED

Customer:

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY LADKRABANG  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
1 CHALONG KRUNG I  
LADKRABANG, BANGKOK 10520  
THAILAND

Transaction Business Partner: C & C INFO ADVANCE CO.,LTD.

Quantity	Part Number	Description	Software Subscription and Support Coverage Dates
----------	-------------	-------------	--

IBM Customer Number: 444231

## ภาคผนวก ฉ

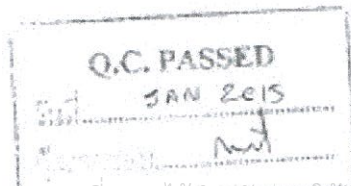
## สารเคมีที่ใช้



## CERTIFICATE OF ANALYSIS

Product Name : Apple Pectin  
 Batch No. : 3553-02  
 Sampling quantity : 50.00 kg  
 Manufacturing date : 25 Nov 2014  
 Sampling date : 28 Nov 2014  
 Expiry date : 24 Nov 2016

Item	Specification	Results
Appearance	Pale brown powder, Slight	Conform
USA-SAG, %	150.00 ± 5.0	149.0
GA, %	min 65.00	65.00
DE, %	62.00 – 66.00	64.10
pH (2 % Solution)	2.80 – 3.80	3.40
Loss on drying, %	max 12.00	5.60
SO <sub>2</sub> , (mg/kg)	max 10.00	<10.00
Free methyl ethyl and isopropyl alcohol, %	max 1.00	<1.00
Nitrogen, %	max 1.00	<1.00
Particle size (through # 40 mesh), %	min 80.00	82.50
Acid insoluble ash, %	max 1.00	<1.00
Ash, %	max 5.00	1.50
Heavy metal, (mg/kg)	max 20.00	<20.00
Lead, (mg/kg)	max 5.00	<5.00
Arsenic, (mg/kg)	max 2.00	<2.00
Total plate count, (cfu/g)	max 5,000	<5,000
Yeast & Mould, (cfu/g)	max 100	<100
E. Coli, (MPN/g)	max 3	<3
Salmonella, (/ 25 g)	max Negative	Negative
Properties :	Pale brown powder, Slight	
Packing :	25.0 kg / woven bag or paper bag with inner PE bag	
Labeling :	The label displays the product name, production date, expiry date, lot number, net weight and other information or marks as required by the customer.	
Storage :	Stored in cool dry conditions in airtight containers. Avoid sunlight.	
Shelf life :	Two years.	
Date :	28 Nov 2014	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่อ้ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

Product : IPA (Shell)

LOT NO : E043560305135518-27

Mfg Date :05/03/2016

Exp Date :06/03/2017

Origin :



Properties	Specification	Result
Appearance	Colorless liquid	IPAN liquid
Specific Gravity @20°C	0.786-0.787	0.786
Boiling Point	51.8-53.0°C	52 °C
Flash Point	0°C	12 °C
Viscosity@25 °C	2.99	2.06
Alcohol content	99.9% min.	99.9%
Water content	0.08% max	0.06%
Evaporation rate (n=BuAc=100)	250	250
Refractive Index @20°C	1.374-1.375	1.376
Colour (Pt-Co)	5	5

This certificate is generated from computerized system by authorized person(Lab Chemical).  
Not required authorized signature.

Remark : Report results refer to submitted sample(s) only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นวพร วงศ์เจริญ  
 วัน เดือน ปี เกิด 5 ธันวาคม 2536  
 ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ  
 สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ  
 ปีการศึกษา 2551  
 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ  
 สวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ  
 ปีการศึกษา 2554

ชื่อ-นามสกุล ปรางทิพย์ พะนอจันทร์  
 วัน เดือน ปี เกิด 31 สิงหาคม 2536  
 ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนอุทัยวิทยาคม  
 ปีการศึกษา 2551  
 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนอุทัยวิทยาคม  
 ปีการศึกษา 2554

ชื่อ-นามสกุล หทัยภัทร ชาตชวนชม  
 วัน เดือน ปี เกิด 10 มกราคม 2537  
 ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนเซนต์โยเซฟ บังนา  
 ปีการศึกษา 2551  
 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนโรงเรียนเซนต์โยเซฟ  
 บังนา  
 ปีการศึกษา 2554