

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

DEVELOPMENT OF SYNBIOTIC SUPPLEMENT *CENTELLA ASIATICA* GUMMY JELLY



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2024-FI-M-054-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF SYMBIOTIC SUPPLEMENT *CENTELLA ASIATICA* GUMMY JELLY



NARUMON RUEANGTHAI

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SAFETY MANAGEMENT  
SCHOOL OF FOOD INDUSTRY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2024

KMITL-2024-FI-M-054-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2024**

**SCHOOL OF FOOD INDUSTRY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก
นักศึกษา	นางสาวนฤมล เรืองไทย
รหัสประจำตัว	63608036
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการความปลอดภัยอาหาร
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษา	ผศ.ดร.วิภาวดี สงัดกิจ
ค้นคว้าอิสระ	

## บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อโพรไบโอติก โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารพรีไบโอติกที่แตกต่างกันทั้งหมด 10 สูตร จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 สูตรมาศึกษาหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) และศึกษาหาปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ตลอดการเก็บรักษา โดยวัดจากปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria : LAB) ที่คงเหลือในผลิตภัณฑ์ ซึ่งพบว่าปริมาณของเชื้อ TPC มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของเชื้อ LAB และเชื้อ LAB มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ตามอัตราส่วนการใช้สารพรีไบโอติก โดยสูตรที่ส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกได้ดีตลอดการเก็บรักษา คือสูตรที่เสริม 13%Inulin, 10%FOS และ 1.4%XOS ตามลำดับ และควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาถึงผลกระทบของสารพรีไบโอติกที่อาจส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสี (Color) พบว่าในทุกสูตรของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก เมื่อมีอัตราส่วนของสารพรีไบโอติกเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความสว่าง  $L^*$  (Lightness) ของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น แต่ค่าความเป็นสีแดง  $a^*$  (Redness) และค่าความเป็นสีน้ำเงินลดลง  $b^*$  (Yellowness) การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (Texture analysis) พบว่า สูตรที่มีส่วนผสมของ 13%Inulin มีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความเหนียว (Gumminess) และมีค่าการทนต่อการเคี้ยวได้มากที่สุด และเมื่อวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity,  $A_w$ ) ในตัวอย่างกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าสารพรีไบโอติกที่ใช้ไม่มีส่วนช่วยในการลด  $A_w$  ในผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่พบว่ามีปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกคงเหลือมากที่สุด 3 ลำดับมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Sensory Test) โดยใช้ระบบ 5 - point hedonic Scaling พบว่า การยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างจำนวน 75 คน พบว่าพึงพอใจในด้านสีของสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13%Inulin มากที่สุด พึงพอใจในด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของสูตร 1.4%XOS มากที่สุด และความพึงพอใจโดยรวมในผลิตภัณฑ์ พบว่า สูตร 1.4%XOS เป็นสูตรที่มีผู้บริโภคชื่นชอบมากที่สุด

**คำสำคัญ :** กัมมีเยลลี่, บัวบก, โพรไบโอติก, พรีไบโอติก, ซินไบโอติก, แแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Independent Study	DEVELOPMENT OF SYNBiotic SUPPLEMENT <i>CENTELLA ASIATICA</i> GUMMY JELLY
Student	Narumon Rueangthai
Student ID	63608036
Degree	Master of Science
Program	Food Safety Management
Year	2024
Independent Study Advisor	Asst.Prof.Dr.Wipavadee Sangadkit

## ABSTRACT

This independent study aims to develop a *Centella asiatica* gummy jelly enriched with synbiotics to promote probiotic growth. The study investigates the optimal ratio of different prebiotic ingredients across 10 formulations. Each formulation was then examined for total microbial count (Total Plate Count: TPC) and evaluated for the amount of prebiotics that influence probiotic growth over the storage period, measured by the remaining lactic acid bacteria (LAB) in the product. It was found that TPC levels tended to vary according to LAB levels, which increased with higher prebiotic concentrations. The formulation that effectively promoted probiotic growth throughout storage was the one supplemented with 13% inulin, 10% FOS, and 1.4% XOS, respectively. Quality control of the product also examined the impact of prebiotics on color quality. Results showed that as prebiotic ratios increased, the lightness ( $L^*$ ) value of all formulations increased, while redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) values decreased. Texture analysis revealed that the formulation containing 13% inulin exhibited the highest levels of hardness, gumminess, and chew resistance. Additionally, when measuring the water activity ( $A_w$ ) in symbiotic *Centella asiatica* gummy jelly samples stored at 4°C, it was observed that prebiotics did not significantly reduce  $A_w$  levels. Finally, the top three formulations with the highest remaining probiotic levels were tested for consumer acceptance using a 5-point hedonic scale with 75 participants. The results showed that the 13% inulin formulation received the highest satisfaction for color, while the 1.4% XOS formulation was rated highest for

flavor, odor, and texture. Overall, the 1.4% XOS formulation was the most preferred by consumers.

**Keywords:** Gummy jelly, *Centella asiatica*, Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, Lactic acid bacteria



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา การศึกษาค้นคว้าอิสระ ผศ.ดร.วิภาวดี สงัดกิจ ที่ได้ให้ทั้งความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ คอยติดตามความคืบหน้าของการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ศรีษฐา อิมเอิบ และ ผศ.ดร.ทรงศักดิ์ วัฒนชัยเสรีกุล อาจารย์ประจำ คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งได้ให้เกียรติเป็นกรรมการสอบปกป้องการศึกษาค้นคว้าอิสระ และได้ให้คำแนะนำ ความรู้ ตลอดจนถึงแนวความคิด องค์ประกอบความรู้ต่างๆ การตรวจทาน ตลอดจนแก้ไข เพื่อให้ผู้เขียนสามารถทำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นฉบับที่ถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณนายสุทธิพงษ์ แก้วบุญเรือง (พี่ล่ำ) ที่ให้คำแนะนำในการทำก็มีเยลลี่เพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการปรับปรุงสูตรก็มีเยลลี่บัวบก

ขอขอบพระคุณคณะเพื่อน พี่ และน้องพนักงานบริษัท เพอร์เฟค คอมพานีเยน กรุ๊ป จำกัด ที่เสียสละเวลามาเป็นผู้ชิมตัวอย่างตั้งแต่เริ่มต้น และให้การสนับสนุนในการศึกษาจนกระทั่งการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ธุรการ พี่ น้องนักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และให้กำลังใจในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีในระหว่างการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ให้ราบรื่น สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับนี้จะมีคุณค่าและเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจหรือต้องการหาความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นฤมล เรืองไทย

## สารบัญ

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT .....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	XII
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>14</b>
1.1 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าอิสระ.....	14
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	16
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	16
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	17
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>18</b>
2.1 บ๊วบก.....	18
2.2 การแปรรูปอาหาร.....	21
2.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหาร.....	22
2.4 ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ (Gummy Jelly).....	29
2.5 โพรไบโอติก (Probiotic).....	31
2.6 พรีไบโอติก (Prebiotic).....	34
2.7 ซินไบโอติก (Synbiotic).....	38
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
<b>บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง</b> .....	<b>42</b>
3.1 วัสดุุดิบและสารเคมี.....	42
3.1.1 วัสดุุดิบ.....	42
3.1.2 สารเคมี.....	42
3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ .....	43
3.2.1 อุปกรณ์.....	43
3.2.2 เครื่องมือ.....	44
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	44
3.3.1 การเตรียมน้ำบัวบกเข้มข้นร้อยละ 50 .....	44
3.3.2 การศึกษาอัตราส่วนของสารพีไบโอติกที่อาจมีผลต่อการรอดชีวิตของ เชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> .....	45
3.3.2.1 สูตรการเตรียมผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวเสริมซินไบโอติก .....	45
3.3.2.2 สูตรการใช้สารพีไบโอติกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวเสริมซินไบโอติก .....	45
3.3.2.3 ขั้นตอนการผลิตกัมมีเยลลี่บัวเสริมซินไบโอติก.....	46
3.3.2.4 การศึกษาอายุการจัดเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวเสริมซินไบโอติก.....	47
3.3.3 การทดสอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวเสริมซินไบโอติก.....	47
3.3.3.1 การวัดสี (Color).....	46
3.3.3.2 การวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่อง Texture analyzer.....	46
3.3.4 การทดสอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวเสริมซินไบโอติก.....	47
3.3.4.1 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในสารละลาย (%Brix) โดยใช้เครื่อง Digital Refractometer .....	47
3.3.4.2 การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity, $A_w$ ).....	47
3.3.5 การทดสอบทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวเสริมซินไบโอติก.....	48
3.3.5.1 การเตรียมตัวอย่าง .....	48
3.3.5.2 การตรวจหาปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Bacteria Count; TPC)....	48
3.3.5.3 การตรวจหาปริมาณของเชื้อสร้างกรดแลคติก (Lactic Acid Bacterial; LAB) ....	48
3.3.6 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัว เสริมซินไบโอติก.....	48
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์</b> .....	50
4.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Bacteria Count; TPC) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ บัวเสริมซินไบโอติก.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของเชื้อ Lactic Acid Bacterial (LAB) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก.....	53
4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพสีต่อปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกด้วยเครื่องวัดสี (Chroma meter).....	56
4.4 การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity, Aw) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบก เสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา.....	61
4.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบก เสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา ด้วยเครื่อง Texture analyzer.....	62
4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก.....	68
4.7 ความคุ้มค่าในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก.....	72
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b> .....	73
5.1 สรุปผลการทดลอง .....	73
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	75
<b>บรรณานุกรม</b> .....	76
<b>ภาคผนวก</b> .....	84
ภาคผนวก ก การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี .....	85
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก .....	86
ภาคผนวก ค ค่าทางสถิติของค่าสี, ค่าน้ำอิสระ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบก เสริมซินไบโอติก .....	88
ภาคผนวก ง ผลการทดสอบทางกายภาพ เคมี และเนื้อสัมผัส .....	98
ภาคผนวก จ ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในสารละลาย (%Brix) โดยใช้ Digital Refractometer ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก .....	108
ภาคผนวก ฉ ลักษณะทางกายภาพของสารพรีไบโอติก (Prebiotic) และเชื้อโปรไบโอติก (Probiotic) ที่ใช้ .....	110
ภาคผนวก ช แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส .....	113
ภาคผนวก ซ มาตรฐานการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในอาหาร .....	113
<b>ประวัติผู้เขียน</b> .....	126

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของบัวบกในประเทศไทยในสัดส่วน 100 กรัม.....	18
2.2 แสดงสารสำคัญที่พบในบัวบก.....	20
2.3 แสดงความสัมพันธ์ของ $A_w$ ขั้นต่ำสุดกับการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ.....	22
2.4 แสดงอัตราของปฏิกิริยาและการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในอาหารตามชนิดของน้ำ หรือค่า $A_w$ ที่มีอยู่ในอาหาร.....	23
2.5 แสดงสมบัติของสารสีธรรมชาติ.....	24
2.6 ความหมายของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสต่างๆในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทาง กายภาพ.....	28
2.7 แสดงคุณสมบัติของเจลาติน Type A และ Type B.....	30
3.1 แสดงสูตรการเตรียมผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก อัตราส่วนต่อ 1 สูตร.....	45
3.2 แสดงสูตรการใช้สารปรับไบโอติกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก อัตราส่วนต่อ 1 สูตร.....	45
4.1 แสดงอายุและความชอบในการรับประทานผักใบเขียว/บัวบก/ผลิตภัณฑ์จากบัวบก ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง.....	69
4.2 แสดงความชอบในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกของผู้บริโภค.....	70
4.3 แสดงความชอบของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมต่อสูตรของกัมมีเยลลี่บัวบก เสริมซินไบโอติก.....	71
4.4 ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก (บาท/กิโลกรัม).....	71
ข.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	86
ข.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ Lactic Acid Bacterial (LAB) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	87
ค.1 แสดงค่าทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก ในระหว่างการเก็บรักษา.....	89
ค.2 แสดงค่าทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระ ( $A_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบก เสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา.....	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.3 แสดงค่าทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา.....	93
ง.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (L*).....	99
ง.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (a*).....	100
ง.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (b*).....	101
ง.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระ ( $A_w$ )ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา.....	102
ง.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความแข็ง).....	103
ง.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความยืดหยุ่น).....	104
ง.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความสามารถในการรวมตัว).....	105
ง.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความเหนียว).....	106
ง.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความทนต่อการเคี้ยว).....	107
จ.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในผลิตภัณฑ์ (%Brix) กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างกระบวนการผลิต.....	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวบก.....	18
2.2 โครงสร้างของ Asiatic acid, Madecassic acid, Madecassoside และ Asiaticoside.....	20
2.3 ไดอะแกรมแสดงค่าสี a* และ b*.....	26
2.4 กราฟระหว่างแรงกับเวลา.....	27
2.5 กราฟ Texture profile analysis .....	28
2.6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ <i>Bacillus coagulans</i> .....	32
2.7 กระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคสของแบคทีเรียกรดแลคติก.....	33
2.8 โครงสร้างทางเคมีของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructo-oligosaccharide : FOS).....	35
2.9 โครงสร้างทางเคมีของไซโลโอลิโกแซคคาไรด์ (Xylo-oligosaccharides: XOS).....	36
2.10 โครงสร้างทางเคมีของอินูลิน (Inulin).....	37
3.1 ขั้นตอนการผลิตกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก.....	46
4.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	51
4.2 อัตราการรอดชีวิตของเชื้อ Lactic Acid Bacterial (LAB) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกแต่ละสูตรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	54
4.3 ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกแต่ละสูตร.....	57
4.4 ค่าความสว่าง L* (Lightness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา.....	58
4.5 ค่าความเป็นสีแดงและสีแดง a* (Redness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา.....	59
4.6 ค่าความเป็นสีเหลือง b* (Yellowness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา.....	60
4.7 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, A <sub>w</sub> ) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา.....	61
4.8 ค่าความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.9 ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก ระหว่างการเก็บรักษา.....	64
4.10 ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบก เสริมซินไบโอติก ระหว่างการเก็บรักษา.....	65
4.11 ค่าความเหนียว (Gumminess) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก ระหว่างการเก็บรักษา.....	66
4.12 ค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก ระหว่างการเก็บรักษา.....	67
ฉ.1 ลักษณะทางกายภาพของสารฟรุคโตโอลิโกแซกคาไรด์ (Fructo-oligosaccharide; FOS).....	111
ฉ.2 ลักษณะทางกายภาพของสารไซโลโอลิโกแซกคาไรด์ (Xylo-oligosaccharide; XOS).....	111
ฉ.3 ลักษณะทางกายภาพของสารอินูลิน (Inulin).....	102
ฉ.4 ลักษณะทางกายภาพของเชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> ชนิดผง (เชิงการค้า).....	102
ข.1 QR Code แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก.....	114
ข.2 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ ได้แก่ เพศ, อายุ.....	115
ข.3 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในการรับประทานผักใบเขียว.....	115
ข.4 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในการรับประทานบัวบก/ ผลิตภัณฑ์จากบัวบก.....	116
ข.5 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก สูตรผสม 13% Inulin.....	116
ข.6 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก สูตรผสม 10% FOS.....	116
ข.7 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก สูตรผสม 1.4% XOS.....	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ช.8 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในภาพรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ บัวบกเสริมซินไบโอติก สูตรผสม 1.4% XOS.....	117
ช.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์ โพรไบโอติกในอาหาร.....	119
ช.2 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 346 ปี 2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์ โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ 2) .....	125



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าอิสระ

บัวบกเป็นพืชที่พบได้แพร่หลายตามพื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย เดิมมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาได้ ต่อมาได้ถูกนำเข้ามาปลูกในหลายทวีปรวมทั้งทวีปเอเชีย ทำให้ปัจจุบันพบบัวบกได้แพร่หลายทั่วโลก (กอง การแพทย์ทางเลือก, 2564) และเนื่องจากสรรพคุณทางยาและคุณประโยชน์ของบัวบกที่มีมาก ไม่ว่าจะเป็น การมีสารกลุ่มไตรเทอปินอยด์ ไกลโคไซด์ (Triterpenoid glycoside) ที่มีผลต่อการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Antioxidation) ซึ่งช่วยลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย และยังพบว่าสารไกลโคไซด์เหล่านี้มีส่วนช่วยเร่งการเสริมสร้างคอลลาเจน (Collagen) ที่เป็นโครงสร้างของผิวหนัง จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อช่วยกระตุ้นให้แผลสมานตัวเร็วขึ้น และบัวบกยังมีคุณประโยชน์ในการช่วยต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ยับยั้งเซลล์มะเร็ง ลดการอักเสบ ลดความดันโลหิต รักษาแผลในกระเพาะอาหาร ช่วยบำรุงประสาทและความจำ บำรุงหัวใจ บำรุงตับ ไต และสมอง ช่วยขับปัสสาวะ แก้โรคเรื้อน แก้บิด แก้อาการปวดศีรษะและเป็นไข้ นอกจากนี้บัวบกยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเพราะอุดมไปด้วยสารอาหารและวิตามินหลายชนิด ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินซี กรดอะมิโนต่างๆ และมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัสและเหล็กในปริมาณสูง จึงนับว่าเป็นสมุนไพรที่มีคุณประโยชน์เป็นอย่างมาก (จันทร์พร, 2556 และปริยพงศ์, 2564) แต่เนื่องจากบัวบกสด มีกลิ่นเขียว มีรสขม และเผื่อน ทำให้บริโภคได้ยาก จึงทำให้การรับประทาน บัวบกสดนั้นไม่เป็นที่นิยมมากนัก การแปรรูปบัวบกนอกจากจะยืดอายุการจัดเก็บแล้วยังมีส่วนช่วยดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

กัมมี่เยลลี่ (Gummy jelly) ถือเป็นการแปรรูปทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากตลาดการค้าเยลลี่ทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถรับประทานได้ทุกเพศ ทุกวัย มีสีสัน รสชาติ และเนื้อสัมผัสเป็นเอกลักษณ์ ประกอบกับความต้องการอาหารออร์แกนิกและเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคในปัจจุบันมีมากขึ้น ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากบัวบก จึงถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่สนใจรับประทาน อาหารเสริมสุขภาพ

โพรไบโอติก (Probiotics) เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal tract) มีความสามารถในการผลิตสารต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น (Antimicrobial substances) โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เสริมโพรไบโอติกนอกจากจะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสารพิษหรือสารก่อมะเร็งแล้ว ยังช่วยสร้างและสังเคราะห์วิตามินที่จำเป็น ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและลดอาการแพ้ ลดคอเลสเตอรอลในเลือด ปรับปรุงการบีบตัวของลำไส้ใหญ่ เพิ่มความสามารถในการย่อยน้ำตาลแลคโตส และบางชนิดมีความสามารถในการสร้างกรดแลคติก ซึ่งมีประโยชน์กับลำไส้ของมนุษย์ในการช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในลำไส้ใหญ่ (กัญญรัตน์, 2558 และกัญญรัตน์, 2560) และในปัจจุบันกระแสการดูแลสุขภาพเป็นเรื่องที่ได้รับความนิยม และด้วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณประโยชน์ที่มีมากของโพรไบโอติก จึงทำให้นิยมนำโพรไบโอติกมาเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น เครื่องดื่มเสริมโพรไบโอติก โยเกิร์ต และอาหารเสริม แต่เนื่องจากจุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหารไม่ทนต่อภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ อากาศ และค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหาร ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการรอดชีวิต ทำให้เมื่อนำไปผ่านกระบวนการผลิตส่งผลให้มีอัตราการเจริญต่ำและไม่สามารถอยู่รอดได้ในกระบวนการเก็บรักษา (ไกลกว่า, 2562) ดังนั้นการเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญ การเติมสารพรีไบโอติกถือเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกได้ ซึ่งการเติมสารพรีไบโอติกทำให้มีอัตราการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหารเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเป็นแหล่งอาหาร และมีส่วนกระตุ้นการทำงานและส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยผลิตภัณฑ์เสริมโพรไบโอติก ต้องมีคุณภาพและมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 346 ปี 2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ 2)

พรีไบโอติก (prebiotic) คือ องค์ประกอบของอาหารมีลักษณะเป็นเส้นใยที่ไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ในระบบทางเดินอาหาร มีส่วนช่วยในการกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือกิจกรรมของแบคทีเรียดีในลำไส้ใหญ่ อย่างจำเพาะเจาะจง ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้รับประทาน พรีไบโอติกและโพรไบโอติกจะทำงานร่วมกัน เรียกว่า ซินไบโอติก (synbiotics) มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สามารถพบได้ทั่วไปในพืชและผักผลไม้หลายชนิด โดยบัวบก ถือเป็นพรีไบโอติกที่ดี เนื่องจากเมื่อนำไปทดสอบการทนต่อสภาวะความเป็นกรดยังมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อยหลังผ่านการย่อยด้วยกรดและเอนไซม์เหลืออยู่มากกว่า 80.44 เปอร์เซ็นต์ (กัญเกษม, 2550) ซึ่งองค์ประกอบในอาหารเหล่านี้ที่จัดเป็นพรีไบโอติกคือ สารประเภทโอลิโกแซ็กคาไรด์ เช่น อินูลิน (Inulin) ฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Fructo-oligosaccharide; FOS) ซิโลโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Xylo-oligosaccharide; XOS) และกาแลคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Galacto-oligosaccharide; GOS) พรีไบโอติกที่เป็นที่รู้จักและมีการใช้กันมานานก็คือ น้ำตาลสายสั้น (Oligosaccharides) ซึ่งมีกลูโคส (Glucose) กาแลคโตส (Galactose) และฟรุคโตส (Fructose) รวมทั้ง เอ็น-อาเซทิลกลูโคซามีน (N-acetylglucosamine) เป็นองค์ประกอบ ด้วยโครงสร้างที่ซับซ้อนทำให้เอนไซม์ในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กไม่สามารถย่อยสลายและดูดซึมได้ แต่สารพรีไบโอติกจะกระตุ้นการทำงานและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก (ชยาภรณ์, 2560; Gibson และคณะ, 1995)

ซินไบโอติก (Synbiotic) คือ การนำโพรไบโอติก (Probiotic) และพรีไบโอติก (Prebiotic) ผสมเข้าด้วยกัน ซึ่งโพรไบโอติกนั้นเป็นจุลินทรีย์ชนิดดีที่มีประโยชน์ต่อลำไส้ ส่วนพรีไบโอติกเป็นเส้นใยอาหารที่ร่างกายคนเราไม่สามารถย่อยหรือดูดซึมได้ในระบบทางเดินอาหาร แต่เป็นแหล่งอาหารของโพรไบโอติก ดังนั้นการรับประทานพรีไบโอติกจึงมีส่วนช่วยให้โพรไบโอติกทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามการรับประทานซินไบโอติกเป็นตัวช่วยเพิ่มจำนวนและเสริมการทำงานของจุลินทรีย์ภายในลำไส้เมื่อรับประทานอย่างต่อเนื่องในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสม (กิตติศักดิ์, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณประโยชน์และข้อจำกัดด้านรสชาติของบัวบก และคุณสมบัติของโพรไบโอติก พรีไบโอติก และซินไบโอติกตามที่กล่าวมา งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกให้มีคุณภาพและมีความปลอดภัยตลอดอายุการจัดเก็บรักษา ซึ่งนอกจากจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับบัวบกที่เป็นพืชพื้นถิ่นของประเทศไทยและเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรผู้เพาะปลูกแล้ว ยังเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคทุกเพศ ทุกวัยที่กำลังมองหาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีในระยะยาว หรือผู้ที่มีภาวะแพ้น้ำตาลแล็กโตสในนมได้อีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาอายุการจัดเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เหมาะสม ที่ยังคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และมีความสอดคล้องตามกฎหมายที่กำหนด
- 1.2.2 เพื่อศึกษาถึงชนิดของพรีไบโอติกที่มีความสามารถในการเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกให้มีปริมาณเชื้อโพรไบโอติกเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดตลอดอายุการจัดเก็บรักษา
- 1.2.3 เพื่อเพิ่มผลิตภัณฑ์ทางเลือกในการเสริมสุขภาพให้แก่ผู้บริโภคที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพด้วยจุลินทรีย์โพรไบโอติก

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.3.1 ขอบเขตด้านตัวอย่าง  
กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้งหมด 10 สูตร โดยกำหนดให้แบ่งตามชนิดของสารพรีไบโอติก ได้แก่ อินูลิน (Inulin) ฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Fructo-oligosaccharide; FOS) และไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Xylo-oligosaccharide; XOS) ชนิดละ 3 ความเข้มข้น และสูตรควบคุม (ไม่ใช่สารพรีไบโอติก) 1 สูตร
- 1.3.2 ขอบเขตด้านกลุ่มประชากร  
ทดสอบทางประสาทสัมผัสในผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกอบรม ช่วงอายุ 18-50 ปี เพศชาย-หญิง จำนวน 75 คน
- 1.3.3 ขอบเขตด้านข้อมูล  
อ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 339) พ.ศ. 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร  
อ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 346) พ.ศ. 2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ 2)  
อ้างอิงตามบัญชีส่วนประกอบที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารประเภทเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ยกเว้นเครื่องดื่มที่ผสมกาแฟอื่น) และกาแฟ  
อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.520 /2547 เยลลี่แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.3.4 ขอบเขตด้านระยะเวลาการศึกษา

ดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2567

#### 1.3.5 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น: กัมมีเซลล์บักเตรีเสริมซินไบโอติก 10 สูตรที่มีความเข้มข้นของ Fos 3.5%, Fos 5%, Fos 10%, Inulin 6%, Inulin 9.5%, Inulin 13%, Xos 0.7%, Xos 1.0%, Xos 1.4% และชุดควบคุม(ไม่ใส่สารพรีไบโอติก) 1 สูตร ตามลำดับ

ตัวแปรตาม: ค่าน้ำอิสระ (Water activity ; $A_w$ ), เนื้อสัมผัส (Texture), สี (Color), ปริมาณเชื้อทั้งหมด (Total plate Count ; TPC), ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria ; LAB)

ตัวแปรควบคุม: อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กัมมีเซลล์บักเตรีเสริมซินไบโอติก และ ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *B. coagulans* ตั้งต้น

### 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1.4.1 ทราบถึงชนิดและปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์กัมมีเซลล์บักเตรีเสริมซินไบโอติกมากที่สุด
- 1.4.2 ได้ทราบถึงข้อมูลในด้านประโยชน์จากการบริโภคเชื้อโพรไบโอติกและสารพรีไบโอติก
- 1.4.3 ได้ผลิตภัณฑ์กัมมีเซลล์บักเตรีเสริมซินไบโอติกที่มีปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกเป็นไปตามกฎหมายตลอดอายุการจัดเก็บ
- 1.4.4 ได้สูตรของผลิตภัณฑ์กัมมีเซลล์บักเตรีเสริมซินไบโอติกที่ผู้บริโภคชื่นชอบมากที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกลุ่มประชากรตัวอย่าง
- 1.4.5 ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับบักเตรี เพื่อเสริมสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 บัวบก

บัวบก ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Centella asiatica* (L.) Urb. ชื่อวงศ์ : Umbelliferae หรือ Apiaceae ชื่อสามัญ : Asiatic Pennywort, Hydrocotyle, Tiger Herbal ชื่ออื่น ๆ : ผักหนอก จำปาเครือ กะบังนอก (ภาคเหนือ) ผักหนอก ผักแว่น แวนโคก (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ผักแว่น (ภาคใต้) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาใต้ ต่อมาได้ถูกนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชีย สำหรับประเทศไทยพบบัวบกได้ทั่วไปในเขตพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วทุกภาคในประเทศ (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2550)



รูปที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบัวบก

ที่มา : พิษสมุนไพรเศรษฐกิจ (2564)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก อายุยืน อยู่ในจำพวกผักประเภทเลื้อย ลำต้นเป็นไหลทอดนอนตามพื้นดิน ถูกหุ้มไปด้วยก้านใบยาวโดยรอบ ลักษณะใบ เป็นใบเลี้ยงเดี่ยว ออกเรียงสลับ ใบออกกระจุกออกจากข้อ มีลักษณะทรงกลม ลักษณะคล้ายรูปไตหรือใบบัว ขอบใบหยัก ฐานใบโค้งเว้า เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-4 เซนติเมตร มีขนเล็กน้อย มีสีเขียวสดถึงอ่อน มีก้านใบยาว โดยบัวบกยังมีคุณค่าทางโภชนาการดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของบัวบกในประเทศไทยในสัดส่วน 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน	44 แคลอรี
น้ำ	86 กรัม
โปรตีน	1.8 กรัม
ไขมัน	0.9 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	7.1 กรัม

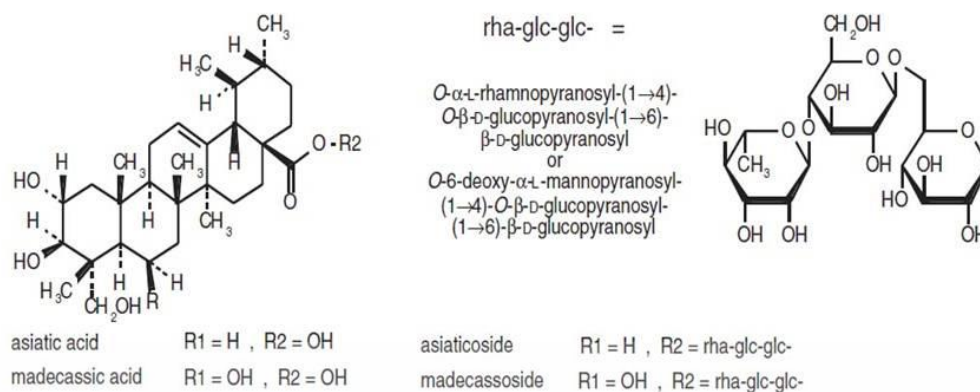
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กากหรือเส้นใย	2.6 กรัม
ถั่ว	1.7 กรัม
แคลเซียม	146 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	30 มิลลิกรัม
เหล็ก	3.9 มิลลิกรัม
วิตามินเอรวม	10,962 IU
Thiamin	0.24 มิลลิกรัม
Riboflavin	0.09 มิลลิกรัม
Niacin	0.8 มิลลิกรัม
วิตามินซี	4 มิลลิกรัม
เบต้าแคโรทีน	238.23 RE (ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล)

ที่มา : สถาบันวิจัยสมุนไพร (2550)

สารสำคัญและสรรพคุณ : บัวบก เป็นพืชที่ให้สารในกลุ่ม ไตรเทอพินอยด์ ไกลโคไซด์ (Triterpenoid glycoside) หลายชนิด เช่น กรดเมดิแคสซิก (Medecassic acid) หรือสาร Madecassoside และกรดเอเชียติก (Asistic acid) หรือสาร Asiaticoside ซึ่งเป็นสารที่ช่วยเร่งการสร้างสารคอลลาเจน (Collagen) และเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการสมานแผล ทำให้แผลหายเร็ว ใช้รักษาโรคผิวหนังแก่น้ำร้อนลวกได้ นอกจากนี้ยังมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ คือ Triterpens (รูปที่ 2.2) โดยมีปริมาณสารที่พบอยู่ระหว่าง 1 - 8% ทั้งนี้ขึ้นกับแหล่งวัตถุดิบ บัวบก มีประวัติการใช้ประโยชน์ในด้านยารักษาโรคมานานกว่า 50 ปี โดยส่วนที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ส่วนของใบและราก เป็นยาขับร้อน แก้ไข้ใน ลดอาการอักเสบ ทำให้เลือดกระจายตัว หายจากอาการฟกช้ำดำเขียว รักษาบาดแผล แก้โรคเรื้อน โรคบิด ขับปัสสาวะ แก้ปวดศีรษะและเป็นไข้ แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้อ่อนเพลีย เมื่อยล้า และเป็นยาบำรุงกำลัง บำรุงโลหิต บำรุงประสาทและความจำ (กองการแพทย์ทางเลือก, 2564) และบัวบกยังพบสารสำคัญอีกหลายชนิดที่มีสรรพคุณดังตารางที่ 2.2 (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ Asiatic acid, Madecassic acid, Madecassoside และ Asiaticoside  
ที่มา : WHO (1999)

ตารางที่ 2.2 สารสำคัญที่พบในบัวบก

สาร	สรรพคุณ	แหล่งข้อมูล
Asiaticoside	เร่งการสมานแผล	Shukla และคณะ (1999)
Asiatic acid และสาร derivatives	รักษาโรคสมองเสื่อม เพิ่มการเรียนรู้ และปกป้องเซลล์ประสาทจาก Oxidative damage ที่เกิดจาก glutamate	Lee และคณะ (2000)
Asiaticoside	มีผลป้องกันเซลล์ประสาทและเป็นพิษต่อเซลล์ประสาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ Asiaticoside และระยะเวลาที่เซลล์สัมผัส	Supawantanakul (2003)
Asiaticoside	มีผลในการเสริมสร้างความจำ ในภาวะเสื่อมของสติปัญญาบางรูปแบบ ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากคุณสมบัติต้าน Oxidation ของสารนี้	Salout (2003)
Asiaticoside	ป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะของหนูขาว	Cheng และคณะ (2004)
Pectin	มีฤทธิ์ในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน	Wang และคณะ (2005)
Asiatic acid	มีคุณสมบัติอาจจะสามารถนำไปใช้ในการรักษาโรคมะเร็งผิวหนังได้ โดยพบว่า Asiatic acid ทำให้ความสามารถในการอยู่รอดของเซลล์มะเร็งผิวหนังของคนลดลง	Park และคณะ (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

บัวบก เป็นสมุนไพรที่มีรายงานการศึกษาวิจัยทั้งจากการศึกษาในสัตว์ทดลองและในหลอดทดลองว่า สารสกัดบัวบกช่วยเร่งการสมานแผลทำให้แผลหายเร็วขึ้น ปัจจุบันมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากบัวบกทั้งที่ใช้รับประทาน และใช้เป็นยาภายนอกสำหรับใช้ในการรักษาบาดแผล

## 2.2 การแปรรูปอาหาร

การแปรรูปอาหารครั้งแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อถนอมรักษาหรือปรับปรุงคุณภาพการบริโภคอาหาร การตากเมล็ดธัญพืชเป็นตัวอย่างการยืดอายุเพื่อการเก็บรักษา หรือการย่างเนื้อเพื่อปรับปรุงกลิ่นรส ต่อมาจึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ในกระบวนการแปรรูปเพื่อลดเวลาและแรงงาน เช่น การใช้แรงน้ำแรงลม หรือแรงงานสัตว์ในการสีข้าว กระบวนการทางชีวเคมีเกิดขึ้นครั้งแรกในประเทศอียิปต์ เช่น การผลิตเนยแข็งและไวน์ แต่การแปรรูปอาหารดังกล่าวนั้นทำขึ้นเพื่อรองรับความต้องการบริโภคในครัวเรือนเท่านั้น เมื่อสังคมพัฒนาขึ้นจึงทำให้เกิดความชำนาญเฉพาะทางและเริ่มมีธุรกิจการค้าด้านอุตสาหกรรมอาหารเกิดขึ้น เช่น การผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การผลิตอาหารอบซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบันนี้ (วิล, 2543)

ในปัจจุบันการแปรรูปสำหรับอุตสาหกรรมอาหารมีวัตถุประสงค์ เพื่อ

1. ยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น โดยใช้วิธีเก็บรักษาแบบต่างๆ เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และชะลอการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง
2. เพิ่มชนิดและรูปแบบของอาหารให้มีความหลากหลายรวมทั้งมีสี กลิ่น รสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน เรียกว่า คุณภาพการบริโภค (Eating quality) หรือคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory หรือ Organoleptic quality) รวมทั้งการแปรรูปอาหารให้มีรูปแบบที่เปลี่ยนไป เช่น เปลี่ยนจากเมล็ดธัญพืชเป็นแป้งเพื่อให้นำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น
3. ปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการหรือปริมาณสารอาหารให้เหมาะสมกับสุขภาพร่างกายของกลุ่มบุคคล เรียกว่า คุณภาพทางโภชนาการ (Nutritional quality)
4. เพื่อทำให้เกิดผลกำไรในเชิงธุรกิจของอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากปัจจุบันวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทยเปลี่ยนไปจากเดิม ความต้องการประเภทอาหารก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น เคยต้องการอาหารที่เก็บได้นาน ก็เปลี่ยนเป็นต้องการอาหารที่สะดวกและง่ายต่อการปรุงและบริโภค เป็นอาหารที่เก็บรักษาในสภาพแช่แข็งได้ และเป็นอาหารที่ทำให้มีสุขภาพดี ทำให้อุตสาหกรรมแปรรูปอาหารต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารและกระบวนการผลิต รวมทั้งต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น โดยเปลี่ยนไปใช้กระบวนการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (นิธิยา, 2544)

เนื่องจากคุณประโยชน์ของบัวบกที่มีมากมาย จึงมีการนำบัวบกมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งในรูปอาหารสมุนไพร และเครื่องสำอาง นอกจากนี้เป็นที่ทราบกันดีว่าน้ำบัวบกเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ในอดีตการเตรียมน้ำบัวบกมักจะเตรียมสดวันต่อวัน โดยเก็บรักษาในที่เย็นเพื่อรักษาสี และกลิ่นรสของน้ำบัวบกไว้ จึงต้องขายให้หมดภายในหนึ่งวัน เพื่อป้องกันการเน่าเสียอันเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์และสูญเสียรสชาติ การพัฒนาสูตรเพื่อแปรรูปเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปน้ำบวบกี้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น ด้วยวิธีการทำเป็นกัมมีเยลลี่ อาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ เนื่องด้วยสรรพคุณทางยาที่ดี ประกอบกับทำให้ผลิตภัณฑ์บวบกี้อยู่ในรูปที่ผู้บริโภคสามารถรับประทานได้ง่าย ลักษณะของผลิตภัณฑ์เข้ากับยุคสมัยใหม่ ความแปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์นี้จะมีส่วนช่วยส่งเสริมและดึงดูดผู้บริโภคทุกเพศ ทุกวัยได้มากขึ้น

## 2.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหาร

### 2.3.1 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, $A_w$ )

อาหารทั่วไปมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ระหว่างร้อยละ 7 - 95 น้ำที่อยู่ในอาหารมักเรียกว่า ความชื้น น้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารทุกชนิดโดยอยู่ในรูปอิสระ (Free Water) และเกาะเกี่ยวกับสารอื่น (Bound Water) น้ำอิสระเป็นน้ำที่แทรกอยู่ในช่องว่างของอาหาร อาจมีการเกาะตัวกับองค์ประกอบของอาหารบ้างด้วยแรงที่ไม่แข็งแรงมากนัก มีคุณสมบัติเหมือนน้ำปกติสามารถเป็นตัวทำละลายได้ มีส่วนเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี และจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตได้ แต่น้ำส่วนนี้ก็ยังมีความสมบัติไม่เหมือนกับน้ำอิสระในธรรมชาติอย่างแท้จริง จึงมักเรียกน้ำอิสระนี้ว่า แอกทีฟวอเตอร์ (Active Water) ปริมาณน้ำในอาหารเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปแบคทีเรียต้องการความชื้นมากกว่ายีสต์และเชื้อรา อาหารแต่ละชนิดจะเสี้ยวหรือช้ำขึ้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์หรือที่เรียกว่า วอเตอร์แอกทีวิตี ( $A_w$ ) อาหารที่มีปริมาณน้ำมากจัดอยู่ในประเภทที่มีค่า  $A_w$  อยู่ในช่วง 0.6 - 0.9 ได้แก่ แยม ทุเรียนกวน และกึ่งแห้ง เป็นต้น อาหารที่มีค่า  $A_w$  ต่ำกว่า 0.6 ได้แก่ อาหารแห้ง ธัญชาติ นมผง และกาแฟ ซึ่งเกิดการเน่าเสียได้ยาก สามารถเก็บได้เป็นเวลานาน จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในอาหารสามารถเจริญในอาหารที่มี  $A_w$  ขั้นต่ำสุดแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.3 (คณาจารย์, 2540)

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของ  $A_w$  ขั้นต่ำสุดกับการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

ชนิดจุลินทรีย์	$A_w$ ขั้นต่ำสุด
แบคทีเรีย	0.91
ยีสต์	0.88
เชื้อรา	0.80
แบคทีเรียชนิดทนเกลือได้ดี	0.75
เชื้อราชนิดทนแห้งได้ดี	0.61
ยีสต์ชนิดทนน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงได้ดี	0.60
<i>Acromobacter</i>	0.96
<i>Aerobacter aerogenes</i>	0.95
<i>Bacillus subtilis</i>	0.95
<i>Clostridium botulinum</i>	0.95
<i>Escherichia coli</i>	0.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<i>Psuedomonas</i>	0.97
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86
<i>Sacharomyces rouxii</i>	0.62
<i>Salmonella</i>	0.95

ที่มา : คณาจารย์ (2540)

$A_w$  มีผลกระทบต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมีหลายชนิดที่เกิดขึ้นในอาหาร และอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย ซึ่งจะสัมพันธ์กับชนิดของน้ำในอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในอาหารซึ่งเป็นเนื้อเยื่อพืชและสัตว์จะเป็นปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์จะไม่เกิดขึ้นในอาหารที่มีน้ำชนิด monolayer ซึ่งมีค่า  $A_w$  อยู่ระหว่าง 0 - 0.2 รวมทั้งจุลินทรีย์ต่างๆ ก็ไม่สามารถเจริญได้จึงทำให้อาหารมีความคงตัวสูง

ตารางที่ 2.4 อัตราของปฏิกิริยาและการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในอาหารตามชนิดของน้ำหรือค่า  $A_w$  ที่มีอยู่ในอาหาร

ปฏิกิริยาและการเจริญของจุลินทรีย์	Monolayer water $A_w$ 0 - 0.3	Capillary water $A_w$ 0.3 - 0.8	Loosely bound water $A_w$ 0.8 - 1.0
Enzymatic activity	0	ต่ำ	สูง
Nonenzymatic browning	0	เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	สูง
Hydrolysis	0	เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	สูง
Lipid oxidation	สูง	เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	สูง
การเจริญของรา	0	ต่ำ*	สูง
การเจริญของยีสต์	0	ต่ำ*	สูง
การเจริญของแบคทีเรีย	0	0	สูง

\* การเจริญของราและยีสต์จะเริ่มเมื่อมีค่า  $A_w$  ประมาณ 0.7

ที่มา : นิธิยา (2544)

$A_w$  มีบทบาทสำคัญมากต่อการแปรรูปและการเก็บรักษาอาหารอบแห้ง  $A_w$  มีผลต่อปฏิกิริยาที่ทำให้อาหารเน่าเสีย การเจริญหรือความคงตัวของจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในอาหารซึ่งสัมพันธ์กับความคงตัวของอาหาร ปัจจุบันเป็นที่ทราบแน่ชัดแล้วว่าจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ในอาหารที่ปราศจากน้ำหรืออาหารแห้งเมื่ออาหารมี  $A_w$  อยู่ในช่วง 0.6- 0.7 หรือต่ำกว่า แต่ยังมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นได้ทั้งที่มีเอนไซม์และไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง เช่นปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชันและปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ เป็นต้น ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวหากเกิดขึ้นกับอาหารจะทำให้มีสี กลิ่น รสชาติ และความคงตัวเปลี่ยนไปด้วยระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษา ดังนั้นจึงใช้  $A_w$  เป็นตัวบ่งชี้หรือทำนายการเสื่อมสลายและการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เน่าเสียของอาหาร และเป็นตัวกำหนดการสิ้นสุดอายุการเก็บรักษาของอาหารอบแห้งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งสามารถเก็บรักษาได้นานและมีความคงตัวดี (ธัญญรัตน์, 2550)

### 2.3.2 ค่าสี (Color)

สีของอาหารเกิดจากสารสี (pigment) ตามธรรมชาติที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งเมื่อนำอาหารไปแปรรูป สารสีอาจถูกทำลายด้วยความร้อน ปฏิกิริยาเคมี การเปลี่ยนแปลง pH หรือเกิดออกซิเดชันระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสีของผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้ภายหลังการแปรรูปแล้ว ดังนั้นจึงมีการใช้สีสังเคราะห์ ซึ่งมีความคงตัวต่อความร้อน แสงและการเปลี่ยนแปลง pH นอกจากนี้การเกิดปฏิกิริยา Maillard browning เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสีอาหาร เช่นระหว่างการอบ หรือการทอด และอาจทำให้เกิดสีที่ไม่พึงประสงค์ในระหว่างการบรรจุหรืออบแห้ง ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของสารสีตามธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

การทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนสีผิวของอาหารและเปลี่ยนการสะท้อนแสงของแสงสี มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนและการออกซิเดชันระหว่างการอบแห้ง ยิ่งการอบแห้งใช้เวลานานและอุณหภูมิสูงยิ่งเกิดได้ง่ายและอาจเกิด browning reaction ระหว่างการเก็บรักษา หากยังมีแอกทิวิตีของเอนไซม์เหลืออยู่ สามารถป้องกันการทำงานของเอนไซม์ได้โดยนำไปลวกและใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือวิตามินซี แต่ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำให้สีของแอนโทไซยานินหายไป และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างทำให้สีอาหารเปลี่ยนและผู้บริโภคบางคนอาจเกิดอาการแพ้ได้ (ธัญญรัตน์, 2550)

ตารางที่ 2.5 สมบัติของสารสีธรรมชาติ

สารสี	แหล่งที่พบ	การละลาย	ความคงตัวของสารสี			
			ความร้อน	แสง	ออกซิเจน	การคงตัวใน pH
แอนโทไซยานิน	ผลไม้	น้ำ	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวสูง	ไม่คงตัว
บีตาเลน	หัวบีท	น้ำ	ปานกลาง	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวสูง
บิซิน	เยื่อหุ้มเมล็ด	น้ำมัน	ปานกลางถึงต่ำ	คงตัวสูง	คงตัวสูง	-
	ค่าแอสด					
แคนทาแซนทีน	เห็ด	น้ำมัน	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
คาราเมล	น้ำตาลไหม้	น้ำ	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวสูง
แคโรทีน	ใบไม้	น้ำมัน	ปานกลางถึงต่ำ	คงตัวต่ำ	คงตัวต่ำ	คงตัวสูง
คลอโรฟิลล์	ใบไม้สีเขียว	น้ำ	คงตัวต่ำ	คงตัวต่ำ	คงตัวต่ำ	คงตัวต่ำ
เคอร์คูมิน	หัวขมิ้น	น้ำ	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวสูง	-
ออกซิโมโกลบิน	สัตว์	น้ำ	คงตัวต่ำ	-	คงตัวสูง	คงตัวต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอลิฟินอล	ไบซา	น้ำ	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวสูง
ควิโนน	รากและเปลือก	น้ำ	คงตัวสูง	ปานกลาง	-	ปานกลาง
แซนโทฟิลล์	ผลไม้	น้ำ	ปานกลาง	คงตัวสูง	คงตัวสูง	คงตัวต่ำ

ที่มา : นิธิยา (2544)

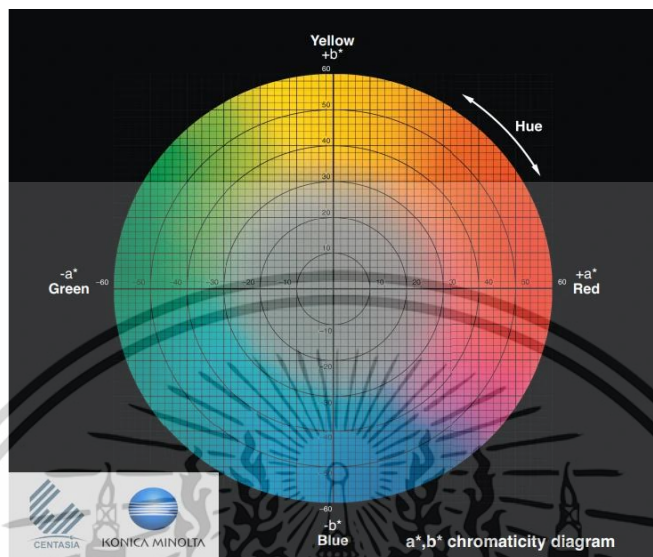
การเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขึ้นอยู่กับ  $A_w$  และอุณหภูมิที่ใช้ระหว่างการเก็บรักษา ยิ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงยิ่งมีสีคล้ำ โดยเฉพาะเมื่ออาหารมีความชื้นมากกว่า 4 - 5% และอุณหภูมิสูงกว่า 38 °C สีจึงเป็นปัจจัยในการบ่งชี้คุณภาพของอาหารที่มีอิทธิพลต่อผู้บริโภค เพราะสีสามารถบ่งชี้ว่าอาหารมีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป สีธรรมชาติที่พบในผักและผลไม้คือ แคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ การรักษาสีธรรมชาติให้คงอยู่ระหว่างการอบแห้งจึงมีความสำคัญ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้อบแห้งเป็นที่ยอมรับและดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค ทั้งแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์เป็นสารสีที่ไม่ละลายน้ำและละลายได้ในไขมัน แคโรทีนอยด์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้โดยปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการอบแห้ง เพราะโครงสร้างโมเลกุลของแคโรทีนอยด์มีพันธะคู่มาก (นิธิยา, 2544)

การที่สามารถมองเห็นสีวัตถุได้เมื่อมีแสงมากระทำต่อวัตถุนั้น มีปัจจัยในการเห็นสี 3 ประการด้วยกัน รายละเอียดดังนี้

1. ต้นกำเนิดแสง ช่วงคลื่นแสงที่ตาคนสามารถมองเห็นได้คือ 380 - 770 นาโนเมตร แสงในแต่ละช่วงคลื่นจะให้สีต่างๆ กัน ในการวัดสีจำเป็นต้องใช้ต้นกำเนิดแสงอย่างเดียวกันทุกครั้งถ้าต้องการเปรียบเทียบผลของการวัดสีแต่ละครั้ง
2. วัตถุที่รับแสง เมื่อมีแสงมาตกกระทบวัตถุจะเกิดการดูดกลืนแสง หักเห หรือการสะท้อนของแสง ขึ้นกับลักษณะสมบัติของวัตถุที่รับแสง ดังนั้นแสงซึ่งตกกระทบวัตถุแล้วกลับคืนมาสู่นัยน์ตาหรือเครื่องบันทึกปริมาณแสงจึงแตกต่างกันไปทำให้เห็นสีต่างๆ กัน หรือมีความมันวาวแตกต่างกัน
3. ตัวบันทึกปริมาณแสง เมื่อมองดูวัตถุนัยน์ตาคือตัวบันทึกปริมาณแสง โดยทั่วไปนัยน์ตาคนจะสามารถบันทึกปริมาณแสงในช่วงคลื่นประมาณ 380 - 770 นาโนเมตรเท่านั้น ถ้านัยน์ตามีความผิดปกติจะทำให้การเห็นสีผิดไปได้ ในกรณีของเครื่องมือวัดสีตัวที่บันทึกปริมาณแสงคือชิ้นส่วนในเครื่องซึ่งมีความไวต่อปริมาณแสง เช่น photosensitive cell ในเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นต้น จากหลักการเห็นสีดังกล่าวข้างต้นทำให้เกิดการวัดสีแบบต่างๆ กัน ตัวอย่างเช่น การตรวจสอบสีโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ การวัดสีโดยใช้ระบบ CIE การวัดสีโดยใช้ระบบสีของมันเซลล์ และการวัดสีโดยใช้ระบบสีของฮันเตอร์ (คณาจารย์, 2540)

ค่าของสีในระบบต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นสามารถเปลี่ยนปรับเป็นค่าสีในระบบอื่นๆ ได้ เช่น เมื่อมีค่าของสีในระบบ CIE สามารถเปลี่ยนเป็นระบบมันเซลล์ได้ และสำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงค่าสีในระบบ CIE  $L^*a^*b^*$  โดยระบบสี  $L^*a^*b^*$  ค่าแกน  $L^*$  บ่งบอกถึง ความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 - 100 แต่สามารถมีค่ามากกว่า 100 ได้ ซึ่งอาจมาจากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างเช่น ภายในตัวอย่างมีส่วนประกอบที่สามารถสะท้อนแสงได้ (สีเมทาลิก) ทำให้ค่า  $L^*$  เกิน 100 แต่กรณีนี้ไม่ค่อยพบในอุตสาหกรรมอาหาร โดยค่า 0 คือสีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำ และ ค่า 100 คือสีขาว ส่วนแกน  $a^*$  บรรยายแกนสีจากสีเขียว ( $-a^*$ ) จนถึงสีแดง ( $+a^*$ ) และแกน  $b^*$  บรรยายแกนสีจากสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) จนถึงสีเหลือง ( $+b^*$ ) ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ไดอะแกรมแสดงค่าสี  $a^*$  และ  $b^*$

ที่มา : <https://thecolormeasurement.com/color-space-ep1/>

### 2.3.3 เนื้อสัมผัส (texture)

หมายถึง ลักษณะที่มนุษย์สามารถรับรู้เนื้อสัมผัสของอาหารได้ด้วยการสัมผัสด้วยมือ การสัมผัสด้วยฟันเพดานปากลิ้นและการเคี้ยว การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analysis) เป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาสมบัติเชิงวิศวกรรมของอาหาร ซึ่งหมายถึง การวัดเนื้อสัมผัส (texture measurement) และการแปลความหมายของค่าที่วัดได้เป็นค่าสมบัติทางเนื้อสัมผัส (texture properties) การทดสอบเนื้อสัมผัสมีอยู่ 2 ประเภท คือ การทดสอบเนื้อสัมผัสทางวัตถุวิสัยและการประเมินด้วยประสาทสัมผัส

1. การทดสอบเนื้อสัมผัสทางวัตถุวิสัย (Objective method) เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องมือวัด (Texture Analyzer) ซึ่งมีความแม่นยำและสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมของการวัดได้ดี
2. การประเมินด้วยประสาทสัมผัส (Sensory evaluation, Subjective test) เป็นการทดสอบแบบใช้คน (ผู้ชิมและผู้ประเมิน) ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของอาหารโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของผู้ชิมได้แก่การมองเห็น การฟัง การดม การชิม และการสัมผัส (พิมพ์เพ็ญ, 2567)

วิธีการทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer

1. การทดสอบแรงกด (Compression test)
2. การทดสอบแรงดึง (Tensile test หรือ Tension test)
3. การทดสอบแรงกดทะลุ-เจาะ (Penetration test หรือ Puncture test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

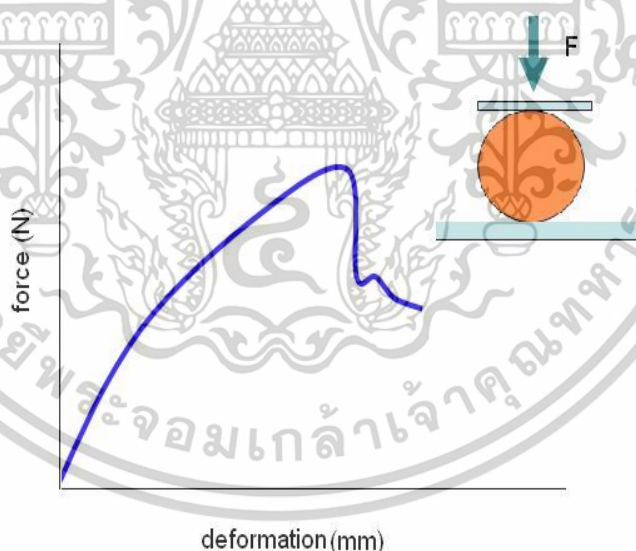
4. การทดสอบแรงโค้งงอ (Bending test หรือ Fracture test)
5. การทดสอบแรงตัด (Cutting test หรือ Shearing test)
6. การทดสอบแรงผลักกัน (Extrusion test)

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer แสดงค่าได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างแรง (Force) กับระยะเวลาการเปลี่ยนรูป (Deformation)
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแรง (Force) กับเวลา (Time)
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น (Stress) กับความเครียด (Strain)

### การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัด (Texture Profile Analysis: TPA)

Texture profile analysis คิดค้นโดย A.S. Szczesniak ในปี 1963 เป็นวิธีทดสอบเพื่อวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analysis) ของอาหาร เป็นการจำลองการเคี้ยวด้วยฟันกราม 2 ครั้ง ทดสอบโดยกดวัสดุอาหารด้วยแผ่นแบน (Probe) ขนาดใหญ่กว่าชิ้นวัสดุโดยกดลงในระยะใด ๆ ที่เป็น % ความเครียด (Strain) เช่น 50% strain, 75% strain โดย % strain สูงมากขึ้นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นการจำลองการเคี้ยวที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นิยมนำมาใช้วัดเนื้อสัมผัสของอาหารหลายชนิดอาหารที่อยู่ในสภาวะที่พร้อมรับประทาน ได้แก่ เนื้อสัตว์ (Meat) และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เช่น แฮม ไส้กรอก เนยแข็งฝัก ผลไม้ เต้าหู้ เยลลี่ เพราะคุณภาพที่ได้สัมพันธ์กับการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) (พิมพ์เพ็ญ, 2567)

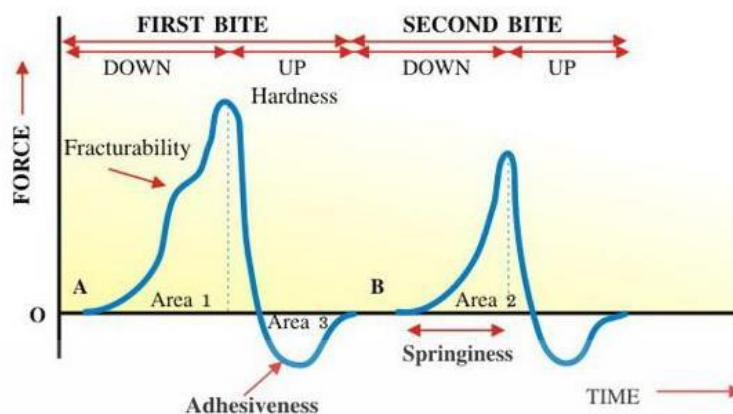


รูปที่ 2.4 กราฟระหว่างแรงกับเวลา

ที่มา : <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0987/texture-profile-analysis>

ผลการทดสอบจะได้กราฟระหว่าง แรง (Force, N) กับเวลา หรือการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Deformation) (รูปที่ 2.4) ที่ได้จากการทดสอบ เรียกว่า กราฟ TPA สามารถนำมาหาค่าพารามิเตอร์ที่ใช้อธิบายเนื้อสัมผัสของอาหารได้หลากหลาย ตามรูปที่ 2.5 (พิมพ์เพ็ญ, 2567) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 กราฟ Texture profile analysis

ที่มา : <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0987/texture-profile-analysis>

ความหมายของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสในเชิงคุณภาพ ทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสที่ได้จากวิธีทดสอบวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis: TPA) แสดงดังตารางที่ 2.6 ซึ่งจากความหมายที่พรรณนาทำให้สามารถใช้ในการประเมินทางประสาทสัมผัสแทนการวัดค่าด้วยเครื่องมือได้ (ชุตติกาญจน์, 2561)

ตารางที่ 2.6 ความหมายของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสต่างๆในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางกายภาพ

ลักษณะ	คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คุณภาพทางกายภาพ
ความแข็ง (Hardness)	แรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเสียรูป แรงที่ใช้ในการกัดตัวอย่างของฟันกรามเพื่อเปลี่ยนรูปร่างของตัวอย่าง	แรงที่ทำให้ตัวอย่างเสียรูป
ความสามารถเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness)	ความแข็งแรงของพันธะภายในที่เกิดขึ้นในชิ้นตัวอย่างแล้วทำให้ตัวอย่างทนต่อแรงที่มากระทำก่อนที่ตัวอย่างจะแยกหรือขาดออกจากกัน	ขอบเขตของวัสดุที่สามารถเสียรูปก่อนที่จะเกิดการแตกหัก
ความยืดหยุ่น (Springiness)	เมื่อมีการถอนแรงกดออกไปจากตัวอย่างระดับความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิม	อัตราการคืนรูปของวัสดุหลังจากการถูกกด
ความสามารถในการเกาะติดผิว (Adhesiveness)	แรงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายตัวอย่างที่ติดอยู่ในปาก (โดยปกติคือ)	งานที่ใช้ในการเอาชนะแรงระหว่างพื้นผิวของวัสดุอื่นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	พेतาน) ในระหว่างกระบวนการเคี้ยว	ตัวอย่างสัมผัสอยู่กับพื้นผิวของตัวอย่าง
การแตกหัก (Fracturability)	แรงกดดันที่ทันใดในแนวตั้งที่ทำให้ตัวอย่างเกิดการกระจายออกในแนวราบและแตกหักเป็นชิ้นๆ	แรงที่ทำให้ตัวอย่างแตกหัก โดยเป็นตัวอย่างที่มี Hardness สูง และมี Cohesiveness ต่ำ
การทนต่อการเคี้ยว (Chewiness)	ระยะเวลาที่ใช้ในการเคี้ยวบดตัวอย่างที่เป็นของแข็งในอัตราเคี้ยวที่คงที่จนสามารถกลืนได้	แรงที่ใช้ในการเคี้ยวหรือบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูปโดยเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะผสมของ Cohesiveness, Hardness และ Springiness
ความเหนียว (Gumminess)	พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวตัวอย่างที่เป็นกึ่งของแข็งในอัตราเคี้ยวที่คงที่จนกระทั่งสามารถที่จะกลืนได้	แรงที่ต้องใช้ในการแยกตัวอย่างที่เป็นกึ่งของแข็งจนกระทั่งเสียรูป โดยเป็นตัวอย่างที่มี Hardness ต่ำและมี Cohesiveness สูง

ที่มา : Szczeniak และคณะ (1973)

## 2.4 ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ (Gummy Jelly)

ผลิตภัณฑ์ประเภทกัม (Gums) และเยลลี่ (Jellies) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด ที่ได้รับความนิยมประเภทหนึ่ง มีส่วนแบ่งการตลาดของตลาดลูกกวาดในประเทศไทยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้รับความนิยมอย่างมากในกลุ่มเด็กและวัยรุ่น เนื่องจากมีรูปร่างและสีสันทึ่สวยงาม รสหวานอมเปรี้ยว ลักษณะเฉพาะของกัมมีเยลลี่คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นเจล มีความใส เนื้อสัมผัสเนียน ไม่หยาบสาก เหนียวนุ่ม และมีความยืดหยุ่น (สุวรรณ, 2543; สายสนม และสิริ, 2539) ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้สำหรับผู้บริโภคทั่ว ๆ ไปมักจะเข้าใจว่าเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันและมักเรียกรวม ๆ กันว่า เยลลี่ เพราะมี ลักษณะคล้าย ๆ กันคือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหยุ่น นุ่ม เหนียว ต้องเคี้ยวกิน มีเนื้อสัมผัส ที่แตกต่าง กันออกไปตั้งแต่อ่อนนุ่มแต่มีความยืดหยุ่นสูง จนเหนียว แข็งกัดขาดได้ยาก มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำ น้ำตาล สารก่อเจล และกรด (กรมวิชาการเกษตร, 2543) สารก่อเจลที่ใช้ในการผลิตกัมมีเยลลี่ ได้แก่ เจลาติน คาราจีแนน เพกทิน และอะการ์ เป็นต้น (นราธิป, 2556) โดยสารก่อเจลทำหน้าที่ในการขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างเนื้อสัมผัส ทั้งนี้ชนิดของสารก่อเจลและปริมาณสารก่อเจลที่แตกต่าง จะทำให้ได้เนื้อสัมผัสของเยลลี่ที่แตกต่างและเกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

กัมมีเยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความขึ้นสูง คือ มีความชื้นร้อยละ 10-25 แต่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุลไม่สูงมากนัก ทั้งนี้ เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นส่วนประกอบทำหน้าที่ในการยึดจับน้ำส่วนหนึ่งไว้ (สุวรรณ, 2543) เจลาตินมักเป็นส่วนประกอบที่ใช้กันโดยทั่วไปในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดเจลาตินจะมีหน้าที่ในการขึ้นรูปและปรับปรุงโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่เจลาติน จะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่ม เหนียว และมีความยืดหยุ่น (กุลพร, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.1 เจลาติน (Gelatin)

เป็นสารก่อเจลที่นิยมใช้ในการเตรียมกัมมี่เยลลี่มากที่สุด เนื่องจากให้กัมมี่เยลลี่ที่มีลักษณะใส เหนียวนุ่มและยืดหยุ่น โดยเจลาตินเป็นสารก่อเจลประเภทโปรตีน เป็นพอลิเพปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ผลิตได้จากโปรตีนคอลลาเจน มีสมบัติในการเปลี่ยนกลับได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ โดยเจลาตินมีการหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงและเกิดเป็นเจลเมื่อเย็นลง เวลาในการเกิดเป็นเจลขึ้นกับความเข้มข้นของเจลาติน (Edwards, 2000) โดยเมื่อปริมาณเจลาติน เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความหนืด ความแข็ง (hardness), แรงยึดเหนี่ยวในผลิตภัณฑ์ (Cohesiveness), ความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) และ ความเหนียว (Gumminess) เพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบด้านความยากง่ายในการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มากที่สุดที่ปริมาณเจลาตินร้อยละ 7 และสารละลายกรดซิตริก (เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์) ร้อยละ 3.5 (ศิมาภรณ์ และคณะ. 2546)

เจลาติน เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ได้จากเส้นใยคอลลาเจน ประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 19 ชนิดต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (Peptide) เป็นสายยาว ย่อยง่าย เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่สมบูรณ์เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทรีโพรไทเฟน เจลาตินผลิตจาก 3 แหล่ง ด้วยกัน คือ หนังหมู กระดูกวัวและหนังวัวที่กำจัดเกลือแร่แล้ว เจลาตินที่ได้จากแต่ละแหล่งจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน (Glicksman, 1969) องค์ประกอบโดยทั่วไปของเจลาตินประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 50.11 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.56 ไนโตรเจนร้อยละ 17.81 ซัลเฟอร์ร้อยละ 0.26 และออกซิเจนร้อยละ 25.26 (Winton และคณะ, 1949)

เจลาตินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Type A เป็นเจลาตินที่ผลิตจากหนังหมูโดยใช้กรดในการสกัด Type B เป็นเจลาตินที่ผลิตจากกระดูกวัวและหนังวัวโดยใช้ด่างในการสกัดเจลาตินทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 คุณสมบัติของเจลาติน Type A และ Type B

คุณสมบัติ	Type A	Type B
ความชื้น	8-12 (ร้อยละ)	8-12 (ร้อยละ)
pH	3.8-5.5	5.0-7.5
จุดไอโซอิเล็กทริก	7.0-9.0	4.7-5.1
ความแข็งของเจล	50-300 (บลูม)	50-275 (บลูม)
ความหนืด	2.0-7.0 (เซนติพอยส์)	2.0-7.5 (เซนติพอยส์)
เถ้า	0.3 (ร้อยละ)	0.5-2.0 (ร้อยละ)

ที่มา : Glicksman (1969)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 โพรไบโอติก (Probiotic)

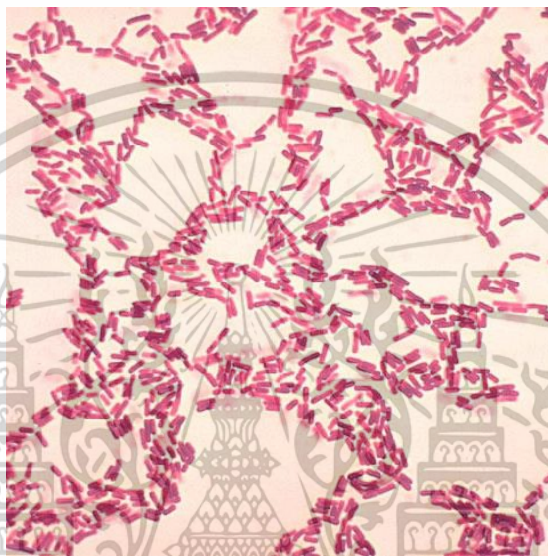
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 พ.ศ.2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร และ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 346 พ.ศ.2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ 2) กำหนดความหมายของคำว่า “จุลินทรีย์โพรไบโอติก (Probiotic)” ซึ่งสรุปได้ว่า จุลินทรีย์โพรไบโอติก นั้นหมายถึง จุลินทรีย์ที่มีชีวิตซึ่งใช้ในอาหาร และจะเกิดผลต่อสุขภาพก็ต่อเมื่อผู้บริโภคได้รับในปริมาณที่เพียงพอ กำหนดจุลินทรีย์ที่ไม่เข้าข่ายคำว่า “จุลินทรีย์โพรไบโอติก (Probiotic)” เช่น จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นสารชีวบำบัด (biotherapeutic agents) จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (beneficial microorganisms) ที่ไม่ใช้ในอาหาร จุลินทรีย์ที่ได้จากการดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Microorganism, GMM) และจุลินทรีย์ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศฯ ที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นตามความจำเป็นในกระบวนการผลิตอาหารและได้ปฏิบัติตามประกาศว่าด้วยเรื่องนั้นๆ อาหารที่มีการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และต้องใช้จุลินทรีย์ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศ และมีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ คงเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า  $10^6$  CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้น และในกรณีที่มีการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกตามวรรคหนึ่งมากกว่าหนึ่งชนิด ปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ของแต่ละชนิด ต้องคงเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า  $10^6$  CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้นด้วย โดยรายชื่อจุลินทรีย์ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารที่เป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติกสำหรับใช้ในอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ระบุในบัญชีหมายเลข 1 และ 2 แนบท้ายประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง หลักเกณฑ์และแนวทางปฏิบัติการการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติก

โพรไบโอติก เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ อาศัยอยู่ภายในระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal tract) มีความสามารถในการผลิตสารต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น (antimicrobial substances) โดยเฉพาะจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) นอกจากนี้ โพรไบโอติกยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น เพิ่มการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน ลดคอเลสเตอรอลในเลือด และเพิ่มความสามารถในการย่อยน้ำตาลแลคโตส เป็นต้น จุลินทรีย์โพรไบโอติกมีหลายชนิด ได้แก่ *Bacillus coagulans*, แบคทีเรียในกลุ่ม Bifidobacteria เช่น *B. bifidum*, *B. lactis*, *B. subtilis* และ *B. longum* แบคทีเรียในกลุ่ม Lactobacilli เช่น *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. johnsonii*, *L. rhamnosus* และ *L. paracasei* เป็นต้น บทบาทของจุลินทรีย์เหล่านี้มีผลต่อความสมดุลของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในลำไส้ โดยทั่วไปในลำไส้ของมนุษย์ เป็นที่อยู่ของแบคทีเรียมากกว่า 100 ชนิด ร่างกายจะมีสุขภาพดีก็ต่อเมื่อมีสัดส่วนของแบคทีเรียที่ส่งผลดีต่อสุขภาพต่อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอยู่ในระดับที่สมดุลกัน ควบคู่กับการบริโภคอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ก็จะสามารถควบคุมปัญหาสุขภาพ และการเกิดความเสี่ยงของระบบทางเดินอาหารตลอดจนระบบอื่นๆ ของร่างกายให้มีสุขภาพดีได้ (กัญญรัตน์, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1 บาซิลลัส โคแอกกูแลน (*Bacillus coagulans*)

เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่สร้างสปอร์ ต้องการออกซิเจนในปริมาณน้อย และผลิตกรดแลคติก ถูกแยกและอธิบายครั้งแรกในปี 1932 โดย Horowitz และ Wlassowa และได้รับชื่อว่า *Lactobacillus sporogenes* (*L. sporogenes*) (Majeed และคณะ, 1998) ในปี 1957 แบคทีเรียนี้ถูกจัดประเภทใหม่ใน Bergey's Manual of Determinative Bacteriology ตามคุณสมบัติทางชีวเคมี และชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในปัจจุบันคือ *Bacillus coagulans* (*B. coagulans*)



รูปที่ 2.6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *Bacillus coagulans*

ที่มา : <https://www.supplementsglobal.com/product/bacillus-coagulans/>

เป็นโปรไบโอติกที่มีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากมีสารเคลือบสปอร์ที่ช่วยให้สามารถทนต่อกรดในกระเพาะอาหาร เข้าสู่ลำไส้เล็ก สปอร์ช่วยให้มีความสามารถในการอยู่รอดในสภาวะอุณหภูมิสูง pH ที่รุนแรง ความชื้นสูง และการขาดสารอาหารเมื่อสปอร์พบสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต จะงอกออกและเพิ่มจำนวน ใช้สารอินทรีย์ที่มีส่วนผสมซับซ้อนรวมถึงคาร์โบไฮเดรตที่สามารถหมักได้และเปปไทด์ในการเจริญเติบโต สปอร์จะถูกขับออกอย่างช้าๆ ผ่านอุจจาระ เมื่อผ่านกระบวนการย่อยอาหารประมาณ 7 วัน (Bergey และคณะ, 1993) แม้ว่าจะถูกขับออกอย่างช้าๆ แต่มีส่วนช่วยในการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (Majeed และคณะ, 1998; Adami และคณะ, 1999) สามารถสร้าง bacteriocins, สารที่คล้าย bacteriocins และกรดไขมันสายสั้นที่ช่วยบำรุงเยื่อในลำไส้ใหญ่ได้ bacteriocins เป็นเปปไทด์ที่ผลิตโดยแบคทีเรียบางสายพันธุ์ มีหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอื่น โคแอกกูลิน (Coagulin) ซึ่งเป็นสารที่คล้าย bacteriocins และแลคโตสปอริน (lactosporin) ซึ่งเป็นโปรตีนต้านจุลชีพ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการต้านแบคทีเรีย (ณชชากร, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.2 แบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (Lactic acid bacteria: LAB)

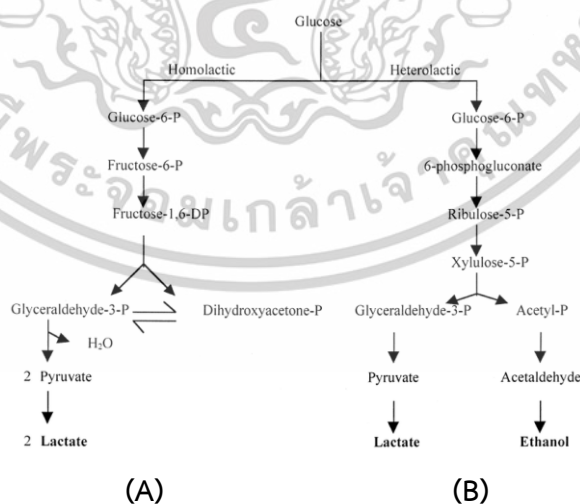
แบคทีเรียกรดแลคติกที่เป็นโพรไบโอติก (Lactic acid probiotic bacteria) จัดอยู่ใน family *Lactobacillaceae* ย้อมติดสีแกรมบวก (Gram's positive) มีรูปร่างเป็นทั้งรูปแท่ง/ท่อน (bacilli) หรือรูปท่อนกลม (Cocobacilli) การเรียงตัวเป็นได้ทั้งการเรียงตัวแบบคู่ คู่สี่ และโซ่ยาว เป็นต้น ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างเอนไซม์อะมัยเลส (Axelsson, 1993) โดยแบคทีเรียกรดแลคติกนี้สามารถสร้างกรดแลคติกเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายในกระบวนการหมักคาร์โบไฮเดรต ซึ่งจะได้น้ำตาลและสารที่มีโครงสร้างคล้ายน้ำตาลซึ่งได้จากกระบวนการ Substrate-level phosphorylation มีความทนทานต่อสภาวะที่มี pH ต่ำได้ดี และเจริญได้ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อย แบคทีเรียกรดแลคติก สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามกระบวนการและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมัก คือ

### 2.5.2.1 Homofermentative

เป็นแบคทีเรียที่หมักน้ำตาลกลูโคส (glucose) โดยจะเปลี่ยนกลูโคสไปเป็นไพรูเวต ซึ่งอาศัยเอนไซม์อัลโดเลส (Aldolase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วสามารถผลิตกรดแลคติกได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 80% โดยผ่าน glycolysis pathway (Embden-Meyerhof pathway : EMP) แบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Pediococcus*, *Streptococcus* และ *Lactobacillus* บางชนิด เช่น *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus delbrueckii* รวมถึง *Bacillus coagulans* ดังรูปที่ 2.7

### 2.5.2.2 Heterofermentative

เป็นแบคทีเรียที่หมักน้ำตาลกลูโคส (glucose) แล้วให้คาร์บอนไดออกไซด์ 20- 25% กรดแลคติก 50% กรดอะซิติก และเอทานอล 20-25% โดยผ่าน phosphoglyconate pathway หรือ phosphoketolase pathway ซึ่งได้แก่ *Leuconostoc* และ *Lactobacillus* บางชนิด เช่น *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus fermentum* และ *Lactobacillus brevis* ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 กระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคสของแบคทีเรียกรดแลคติก

(A) Homofermentative (B) Heterofermentative

ที่มา: Caplice และ Fitzgerald (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 พรีไบโอติก (Prebiotic)

เป็นสารอาหารที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต (Non-digestible food ingredients) คือ องค์ประกอบของอาหารที่ไม่ถูกย่อย ซึ่งมีประโยชน์ต่อเจ้าบ้าน โดยจะไปกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือกิจกรรมของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในลำไส้ที่มีประโยชน์อย่างจำเพาะ และช่วยปรับปรุงสุขภาพของเจ้าบ้าน สารอาหารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกที่ดีนั้นจะต้องไม่ถูกย่อย หรือถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารส่วนต้น (Fook และคณะ, 1999) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น Clostridium ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถสร้างสารพิษได้ (Gibson และคณะ, 1995) พรีไบโอติกที่ดีควรส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ เช่น Bifidobacterium และ Lactobacilli สารที่มีคุณสมบัติเป็น พรีไบโอติก สามารถพบได้ในพืชผักต่างๆ เช่น หอม กระเทียม กล้วย หน่อไม้ฝรั่ง ถั่ว กลุ่มธัญพืช เป็นต้น สารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกที่ดีต้องสามารถทนต่อการย่อยของกรดในกระเพาะอาหาร และเคลื่อนลงสู่ลำไส้ใหญ่ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไม่ถูกดูดซึมในลำไส้เล็ก เพื่อที่จุลินทรีย์ประจำถิ่น (Microflora) ที่อาศัยในลำไส้สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวน (Gibson, 2004) นอกจากนี้ต้องส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหาร เช่น Bifidobacteria และ Lactobacilli (Gibson และคณะ, 1995) ไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค เช่น Clostridium perfringens และจะต้องส่งผลให้สุขภาพของผู้บริโภคดีขึ้น เช่น ช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก (Lopez และคณะ, 2000; Saavedra และคณะ, 1994) และช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ สารพรีไบโอติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมและมีขายทางการค้าส่วนใหญ่อยู่ในรูปโอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides) ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีหน่วยย่อย 2-20 หน่วยมาต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์ พรีไบโอติกทางการค้าควรมีคุณสมบัติดังนี้

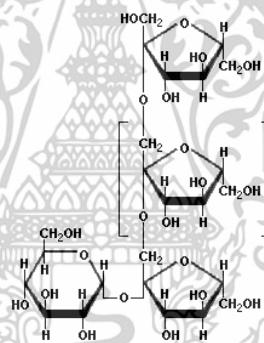
1. แสดงผลของพรีไบโอติกได้แม้ใช้ในปริมาณน้อย
2. ไม่ส่งผลข้างเคียง (จำเพาะกับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์เท่านั้น)
3. ไม่ถูกย่อยสลายในระบบทางเดินอาหาร
4. มีความหนืดที่หลากหลาย
5. มีความคงตัวตลอดกระบวนการผลิต
6. สามารถควบคุมปริมาณของจุลินทรีย์ได้ง่าย (จำเพาะกับสายพันธุ์จุลินทรีย์)
7. มีความหวานที่หลากหลาย (แตกต่างกันที่องค์ประกอบของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวในสายโอลิโกแซคคาไรด์)
8. ยับยั้งการยึดเกาะของจุลินทรีย์ก่อโรค (จำเพาะกับลำดับเบสของจุลินทรีย์)

### 2.6.1 ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructo-oligosaccharide: FOS)

เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งซึ่งมีโมเลกุลขนาดกลาง (3-9 โมเลกุล) ละลายน้ำได้ดีแต่ไม่หนืด ให้พลังงานต่ำประมาณ 1-1.5 กิโลแคลอรีต่อกรัม และมีความหวานประมาณ 30% ของน้ำตาลทราย FOS จัดเป็นสารที่มีคุณสมบัติคล้ายใยอาหาร (Fiber-like substances) ซึ่งร่างกายย่อยไม่ได้ แต่ถูกย่อยโดยแบคทีเรียที่มีอยู่ตามปกติในลำไส้ใหญ่ได้กรดไขมันที่มีสายขนาดสั้นๆ (Short chain fatty acids) กรดแลคติก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซหลายชนิดและพลังงาน เรียกว่า FOS เป็นพรีไบโอติก (Prebiotic) ชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงได้มีการนำ FOS มาเติมหรือเสริมในอาหารทางการแพทย์สำหรับผู้ป่วย พบว่าให้ประโยชน์ต่อสุขภาพทั้งประโยชน์จากตัวมันเองที่มีคุณสมบัติคล้ายใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (Soluble fiber) และประโยชน์จากผลผลิตที่เกิดจากขบวนการย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ โดยเฉพาะกรดไขมันสายสั้น (Short chain fatty acids) ซึ่งให้ผลดีต่อร่างกายหลายประการคือ

1. ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเยื่อบุลำไส้ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค
2. ปรับการเคลื่อนไหวของระบบทางเดินอาหาร กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้
3. เพิ่มความเป็นกรดในลำไส้ ลดปริมาณแอมโมเนียและยูเรียในเลือด
4. เป็นแหล่งพลังงานให้ร่างกายโดยเฉพาะ Butyrate ในผู้ป่วยที่มีปัญหาการดูดซึม
5. เพิ่มการดูดซึมกลับของน้ำและโซเดียม ซึ่งมีประโยชน์ในผู้ป่วยท้องเสีย
6. Propionate ที่ได้จากการย่อยโดยแบคทีเรียอาจมีผลดีต่อเมตาบอลิซึมของกลูโคสและไขมัน ซึ่งอาจมีประโยชน์ช่วยรักษาระดับกลูโคสและไขมันในเลือดให้เป็นปกติ



รูปที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมีของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide : FOS)

ที่มา : <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1213/fructo-oligosaccharide-oligofructose>

โดยปริมาณ FOS ที่แนะนำในการใช้คือ 4-8 กรัมต่อ 1,000 กิโลแคลอรี อย่างไรก็ตามการได้รับอาหารที่มีส่วนผสมทั้งใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (Soluble fiber) และใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble fiber) ในปริมาณ 10-15 กรัมต่อ 1,000 กิโลแคลอรีจะให้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งในปริมาณนี้รวมถึงการได้รับ FOS ด้วย อาการไม่พึงประสงค์จากการใช้ FOS พบค่อนข้างน้อยและไม่รุนแรงนักซึ่ง ได้แก่ ท้องอืด ผายลมบ่อย และปวดท้อง จึงค่อนข้างปลอดภัยต่อการใช้นอกจากนี้ FOS ยังมีข้อดีเหนือใยอาหารชนิดละลายน้ำทั่วไปคือละลายน้ำโดยไม่มีคความหนืด ช่วยลดปัญหาการอุดตันท่อหรือสายให้อาหารอีกด้วย พบ FOS ได้ในอาหารประเภทข้าวสาลี ข้าวไรย์ หัวหอมหน่อไม้ฝรั่ง อาร์ติโชค หัวชิคอร์รี่ ลูกแก้วมังกร แก่นตะวัน กล้วยกล้วยแห้งองกระเทียม ต้นหอม ต้นกระเทียม มะเขือเทศ และพืชประเภทพืชหัว โดย FOS ส่วนใหญ่ที่ใช้ในท้องตลาดมักเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

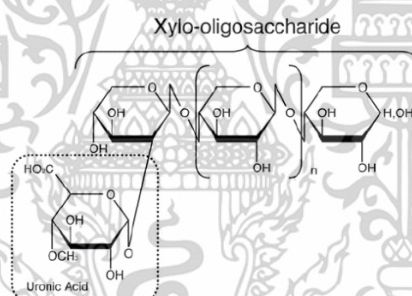
สกัดจากหัวซิคอร์รี่ (ลักษณะคล้ายหัวมันแกว แต่รูปร่างยาวกว่ามันแกว) หรือผลิตจากน้ำตาลทรายโดยใช้เอนไซม์ Fructosyltransferase (วรรณคล, 2556)

ปริมาณการบริโภคฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์

ในไทย มีกำหนดให้ใช้ปริมาณของ FOS ในบัญชีรายชื่อส่วนประกอบที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารประเภทสารกลุ่มโปรตีน คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร และไขมัน ที่ใช้ในเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ยกเว้นเครื่องดื่มที่ผสมกาแฟอื่น) และกาแฟ โดยกำหนดให้ใช้ FOS ไม่เกิน 10 กรัม/วัน (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2564) การบริโภค FOS ในปริมาณ 8 กรัมต่อวัน เป็นเวลา 14 วัน ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด, คอเลสเตอรอล และ LDL ในผู้ป่วยเบาหวาน (Yamashita และคณะ, 1984)

## 2.6.2 ไซโลโอลิโกแซคคาไรด์ (Xylo-oligosaccharides: XOS)

เป็นโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีฟังก์ชันและมีศักยภาพในด้านพรีไบโอติกอย่างมาก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยของไซแลนโดยผ่านกระบวนการย่อยสลายทางเคมี ทางกายภาพ หรือเอนไซม์ โดยประกอบด้วยหน่วยของไซโลสที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ  $\beta$ -1,4 โดย XOS มีความสามารถในการละลายน้ำที่ยอดเยียมและความต้านทานต่ออุณหภูมิสูง มีคุณสมบัติในการต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง และต้านจุลชีพ



รูปที่ 2.9 โครงสร้างทางเคมีของไซโลโอลิโกแซคคาไรด์ (Xylo-oligosaccharides: XOS)

ที่มา : [https://www.researchgate.net/figure/The-structure-of-acidic-xylo-oligosaccharide-U-XOS\\_fig1\\_268050846](https://www.researchgate.net/figure/The-structure-of-acidic-xylo-oligosaccharide-U-XOS_fig1_268050846)

XOS สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ได้หลายประเภท และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนี้ XOS ยังแสดงให้เห็นว่าสามารถลดการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพในมนุษย์และปรับปรุงการเจริญเติบโตและความต้านทานต่อโรคของสัตว์ มีศักยภาพสูงในการนำไปใช้ในด้านโภชนาการของมนุษย์ เนื่องจาก มีความหนืดต่ำ ความสามารถในการละลายน้ำสูง ความทนทานต่ออุณหภูมิสูง และค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกรด (pH) (Wei และคณะ, 2018)

มีรายงานว่า XOS มีฤทธิ์ต้านจุลชีพที่สำคัญอย่างแบคทีเรียก่อโรคหลายชนิด แบคทีเรียที่สำคัญทางการแพทย์ทั้งแกรมลบและแกรมบวกมักมีความไวต่อการสัมผัสกับ XOS โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเสริม XOS และ FOS ทำให้ระดับ pH ในลำไส้ใหญ่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีส่วนช่วยเพิ่มจำนวนของบีฟิโดแบคทีเรียอีกสารเป็นอีกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ไม่ควรรับประทานเกินที่กำหนด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

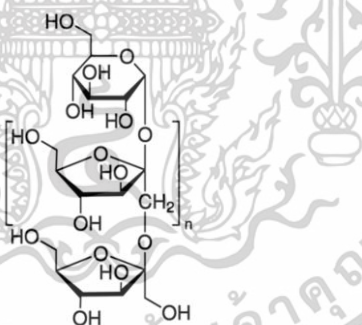
เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและการรักษาด้วย DMH (1,2-dimethylhydrazine) นอกจากนี้ กลุ่มที่ได้รับ การรักษาด้วย XOS ยังมีความอุดมสมบูรณ์ของ *E. coli* ที่ต่ำกว่ากลุ่ม DMH ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า XOS และ FOS ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยไม่ได้ อาจส่งเสริมสุขภาพของระบบทางเดินอาหาร (Valls และคณะ, 2018) นอกจากนี้ การศึกษาบางอย่างในหลอดทดลองยังได้บันทึกว่า การเสริม XOS สามารถผลิตกรดแลคติก และกรดอะซิติก ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของสายพันธุ์บีฟิโดแบคทีเรียและแลคโตบาซิลลัส และยับยั้ง การเจริญเติบโตของสายพันธุ์ก่อโรค (Palframan และคณะ, 2003)

ปริมาณการบริโภคไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์

ในไทย มีกำหนดให้ใช้ปริมาณของ XOS ในบัญชีรายชื่อส่วนประกอบที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร ประเภทสารกลุ่มโปรตีน คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร และไขมัน ที่ใช้ในเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ยกเว้นเครื่องดื่มผสมกาแฟอื่น) และกาแฟ โดยกำหนดให้ใช้ XOS ไม่เกิน 1.4 กรัม/วัน (ประกาศกระทรวง สาธารณสุข, 2564)

### 2.6.3 อินูลิน (Inulin)

เป็นโพลีแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่ง ในกลุ่มพรุกแทนประกอบด้วยน้ำตาลฟรักโทสเชื่อมต่อกันเป็น สายยาวจำนวน 2 ถึง 60 หน่วย (DP 2-60) ด้วยพันธะ  $\beta$ -(2-1) ทำให้อินูลินไม่สามารถถูกย่อยได้ในร่างกาย มนุษย์ และมีคุณสมบัติคล้ายโยอาหารที่ละลายน้ำได้จึงช่วยในการขับถ่าย อินูลินมีค่าดัชนีน้ำตาลในอาหาร (Glycemic Index) ต่ำจึงช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และให้พลังงานต่ำเพียง 1.5 กิโลแคลอรีต่อกรัม (พนิตตา และคณะ, 2561)



รูปที่ 2.10 โครงสร้างทางเคมีของอินูลิน (Inulin)

ที่มา : [https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-inulin\\_fig1\\_348808393](https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-inulin_fig1_348808393)

อินูลิน มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก เป็นอาหารของแบคทีเรียที่มีประโยชน์อยู่ในลำไส้ใหญ่มนุษย์ ทำให้ แบคทีเรียเหล่านี้เพิ่มจำนวนมากขึ้น จึงช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ช่วยเพิ่ม ภูมิคุ้มกันให้แก่อวัยวะ สามารถป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ ช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุ ช่วยย่อยและสังเคราะห์ วิตามิน เสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่อวัยวะ (รัชณี, 2560) ปัจจุบันได้มีการนำอินูลินมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อใช้เป็นสารเสริมเพื่อประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น ไอศกรีม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Devereux, 2003) ไม้กระถอก (วิจิตรา, 2553) และ โยเกิร์ต (Guggisberg และคณะ, 2009) เป็นต้น อินูลินเป็นเส้นใยอาหารที่พืชเก็บสะสมไว้ พบได้ในพืช ผัก และผลไม้หลายชนิด พบมากในหัวกระเทียม หอมหัวใหญ่ หน่อไม้ฝรั่ง กล้วย ดอกอาร์ติโชค แก่นตะวัน และหัวชิคอรี่ (Chicory) เป็นต้น

#### ปริมาณการบริโภคอินูลิน

ในไทย มีกำหนดให้ใช้ปริมาณของอินูลิน ในบัญชีรายชื่อส่วนประกอบที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารประเภทสารกลุ่มโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และไขมัน ที่ใช้ในเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ยกเว้นเครื่องดื่มที่ผสมกาแฟ) และกาแฟ โดยกำหนดให้ใช้อินูลิน ไม่เกิน 21 กรัม/วัน (ครึ่งละไม่เกิน 10 กรัม)(ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2564) ในยุโรป มีการประมาณการการบริโภคอินูลินอยู่ระหว่าง 2 ถึง 12 กรัมต่อวัน (Van Loo และคณะ, 1995)

## 2.7 ซินไบโอติก (Synbiotic)

คือ การนำโพรไบโอติก (Probiotic) และพรีไบโอติก (Prebiotic) ผสมเข้าด้วยกัน เมื่อรับประทานอาหารชนิดนี้เข้าไปแล้วจึงได้รับทั้งจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ โดยที่พรีไบโอติกส่งผลอย่างมากต่อการอยู่รอดของโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเป็นแหล่งของคาร์บอนและแหล่งพลังงานในลำไส้ ทำให้ช่วยเพิ่มจำนวนของโพรไบโอติก และช่วยลดจำนวนเชื้อก่อโรคในลำไส้ ประโยชน์ของเชื้อโพรไบโอติกจะขึ้นอยู่กับปริมาณที่เติมลงไป โดยเชื้อควรเหลือรอดตลอดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ องค์การอาหารทั่วโลกได้กำหนดไว้ว่าจำนวนมาตรฐานของเชื้อโพรไบโอติกที่สามารถส่งผลดีต่อสุขภาพต้องมีปริมาณอยู่ในช่วง  $10^6$ - $10^7$  CFU/g และเชื้อควรเหลือรอดได้ในสภาพแวดล้อมของทางเดินอาหาร ผลในด้านดีของเชื้อโพรไบโอติกต่อสุขภาพนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนของเชื้อโพรไบโอติกในระบบทางเดินอาหารเป็นสำคัญ (กัญญรัตน์, 2560)

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bonte และคณะ (1994) จากรายงานการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่างของสมุนไพรบัวบกนั้น พบว่าสาร Asiatic acid, Madecassic acid และ Asiaticoside ของบัวบกทำให้ Human fibroblast มีการสังเคราะห์ Col-lagen I เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการใช้ตามแผนโบราณที่ช่วยให้แผลหายดีขึ้น

WHO (1999) จากรายงานการศึกษาทางคลินิกพบว่า ขี้ผึ้งหรือผงยาที่มีส่วนผสมของสารสกัดบัวบกช่วยเร่งการหายของแผลได้ ยาที่มีส่วนผสมบัวบกสามารถรักษาแผลเรื้อรังได้ดี สารสกัดบัวบกทำให้แผลไฟไหม้ระดับ 2 และ 3 หายเร็วขึ้น และป้องกันการหดตัวหรือการบวมที่เกิดจากการติดเชื้อได้ อีกทั้งยังยับยั้งการสร้างแผลเป็นที่เกิดการระดับปกติได้

ทรงพล และคณะ (2547) รายงานว่าเมื่อให้บัวบกเป็นเวลา 12 สัปดาห์แก่เด็กที่มีปัญหาทางสมองพบว่า เด็กเหล่านี้มีความจำและรูปแบบพฤติกรรมดีขึ้น

Marquart และคณะ (1990) รายงานคุณสมบัติในการสมานแผลของสารสกัดบัวบกว่าเพิ่มการสังเคราะห์ Collagen และทำให้ปริมาณ Proline ภายในเซลล์ของ Fibroblast ที่ได้จากหนังหุ้มปลายของคนเพิ่มขึ้นแบบ Dose-dependent และพบว่ามี Neosynthesis ของ Collagen ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shukla และคณะ (1999) รายงานว่า Asiaticoside ที่แยกได้จากบัวบกช่วยเร่งการสมานแผลทั้งแบบ Normal- type และแบบ Delay- type โดยพบว่าการใช้สารละลาย Asiaticoside ความเข้มข้น 0.2% และ 0.4% ทาบริเวณแผลของ Guinea pig และ Streptozotocin diabetic rats ตามลำดับ ทำให้ Tensile strength และปริมาณ Collagen เพิ่มขึ้นและการเกิดผิวหนังขึ้นคลุมบริเวณบาดแผลเร็วขึ้น

Cheng และคณะ (2004) ได้ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดบัวบกและ Asiaticoside ในการป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารที่เกิดจากการเหนี่ยวนำด้วย Acetic acid ในหนูขาว พบว่าการใช้สารสกัดด้วยน้ำและ Asiaticoside จากบัวบกแก่หนูขาวทางปากสามารถลดขนาดของแผลเปื่อยที่เกิดขึ้นได้ โดยการออกฤทธิ์จะแปรตามขนาดของสารสกัดที่สัตว์ทดลองได้รับ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าบัวบกเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณดีเด่นหลายด้านเหมาะที่จะนำมาพัฒนาเป็นยารักษาโรคอื่น ๆ นอกเหนือไปจากการใช้รักษาแผลบริเวณผิวหนัง เช่น ยาลดความดันโลหิต ยารักษาโรคในกระเพาะ ยาคลายเครียดลดความวิตกกังวล เป็นต้น

ฉัญญรัตน์ (2550) อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคควรระมัดระวังในการใช้บัวบกและผลิตภัณฑ์จากบัวบก โดยเฉพาะการใช้รับประทานไม่ควรรับประทานติดต่อกันเป็นเวลานาน จะต้องระมัดระวังอาการไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากมีรายงานการพบฤทธิ์คุมกำเนิดในหนูถีบจักรจึงควรระวังการใช้ในหญิงมีครรภ์ไม่ควรรับประทานในปริมาณมาก และห้ามใช้บัวบกในคนที่แพ้สมุนไพรในวงศ์นี้

Cummings และคณะ (2001) ศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวจำนวน 244 คนที่มีสุขภาพดีที่เดินทางไปยังจุดหมายปลายทางที่มีความเสี่ยงสูงหรือปานกลางต่ออาการท้องร่วงในนักท่องเที่ยว พบว่าการบริโภคอินูลิน 10 กรัมต่อวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ก่อนการเดินทางและ 2 สัปดาห์ระหว่างการเดินทาง สามารถลดอุบัติการณ์ของอาการท้องร่วงรวมถึงลดความรุนแรงของอาการท้องร่วงได้

Konikoff และคณะ (2006) ศึกษาการบริโภคส่วนผสมของฟรุกโต-โอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) และอินูลินยังส่งผลให้มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญในดัชนีความรุนแรงของโรค, การลดลงของเครื่องหมายภูมิคุ้มกันที่กระตุ้นการอักเสบ, และการลดลงของคาลโปรเทคติน (Calprotectin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่พบมากในนิวโทรฟิล (Neutrophils) ที่พบทั้งในพลาสมาและอุจจาระ และมีระดับสูงอย่างเห็นได้ชัดในผู้ป่วยที่เป็นโรคลำไส้อักเสบเรื้อรัง

Boutron และคณะ (2005) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ฟรุกโต-โอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ชนิดสายสั้นในขนาด 10 กรัมต่อวันในผู้ป่วยที่มีเนื้องอก (Adenoma) และผู้ป่วยที่ไม่มีเนื้องอก พบว่าผู้ป่วยที่ไม่มีเนื้องอกมีเครื่องหมายชีวภาพ (Biomarkers) ที่เป็นบวกมากกว่า

Jian-xian Zheng และคณะ (2004) กล่าวว่าไซโล-โอลิโกแซคคาไรด์ (XOS) ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของไบฟิโดแบคทีเรีย (Bifidobacterium) โดยใช้กรดอะซิติก (acetic acid) และกรดแลคติก (lactic acid) ที่ผลิตจากโอลิโกแซคคาไรด์ มีส่วนช่วยกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ เพิ่มความชื้นในอุจจาระ และรักษาความดันออสโมติกในคั่งที่ เพื่อป้องกันอาการท้องผูก ผลการศึกษาพบว่าไซโล-โอลิโกแซคคาไรด์ช่วยปรับปรุงอาการท้องผูกได้อย่างมีนัยสำคัญ หลังจากการบริโภคเป็นเวลา 3 สัปดาห์ในขนาด 0.7 กรัมต่อวัน โดยน้ำในอุจจาระเพิ่มขึ้นจาก 35% เป็น 75% ก่อนและหลังการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Adami และคณะ (1999); Smirnov และคณะ (1995) รายงานไว้ว่าในสัตว์ทดลองที่มีภาวะจุลินทรีย์ไม่สมดุล (Dysbiosis) การเสริมด้วย *B. coagulans* จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคและทำให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารกลับสู่ระดับปกติ ซึ่งการเสริมนี้ส่งผลให้การติดเชื้อในทางเดินอาหารเฉียบพลันที่เกิดจากแบคทีเรียก่อโรคของสัตว์ทดลอง เกิดการฟื้นฟูอย่างรวดเร็ว

Dutta และคณะ (2011); Chandra (2002); Sari และคณะ (2011) ได้ทำวิจัยในประเทศอินเดียซึ่งพบว่า *B. coagulans* มีประสิทธิภาพในการลดความถี่และระยะเวลาของอาการท้องร่วงในทารกแรกเกิด ที่ติดเชื้อไวรัสโรตา การให้ *B. coagulans* ในปริมาณ 100 ล้าน CFUs เทียบกับการให้ยาหลอกต่อวันเป็นเวลา 1 ปี ให้กับทารก 112 คน พบว่ามีส่วนช่วยลดจำนวนทารกที่มีอาการท้องร่วงและลดระยะเวลาเฉลี่ยของแต่ละอาการอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ได้รับการรักษามีระยะเวลาเฉลี่ย 3.6 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอกที่ใช้เวลา 6.8 วัน อย่างไรก็ตาม และยังมียังงานวิจัยอื่นที่แสดงให้เห็นว่า การให้ *B. coagulans* ไม่มีผลต่อการเกิดภาวะลำไส้อักเสบแบบเนโครไทซิง (Necrotizing) หรืออัตราการตายในทารกที่มีน้ำหนักตัวน้อยมากหรือในทารกที่มีอายุมากกว่า (6-24 เดือน) ที่มีอาการท้องร่วงและการขาดน้ำ

Mathur (1998) และคณะระบุว่า Sporlac® (*B. coagulans*) ในขนาด 2 เม็ดต่อวัน (120 ล้าน CFUs) สามารถช่วยบรรเทาอาการแผลในช่องปากได้ภายใน 2-3 วัน นอกจากนี้ Sharma และคณะ (1980) ยังพบว่าการให้ *B. coagulans* ในขนาดเดียวกันนำไปสู่การหายของแผลในช่องปากในเวลาเพียง 2-3 วัน ซึ่งบ่งชี้ว่า *B. coagulans* อาจมีบทบาทที่สำคัญในการรักษา

Shirodkar และคณะ (1980) ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ *B. coagulans* ในการรักษาอาการอักเสบในช่องคลอด (Vaginitis) พบว่าการใช้เม็ดยา Myconip® ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ เมื่อทดลองในผู้หญิง 44 คนที่มีอาการ vaginitis ที่ไม่เฉพาะเจาะจง โดยให้รับประทานวันละ 2 ครั้งเป็นเวลา 14 วัน โดยไม่ระบุปริมาณ CFUs ต่อเม็ด (ผู้เข้าร่วมที่มีอาการติดเชื้อจาก Trichomonas หรือ Candida ไม่ถูกนำมาศึกษา) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่ามีการบรรเทาอาการคันและการตกขาวอย่างสมบูรณ์ใน 91 เปอร์เซ็นต์ของผู้เข้าร่วม การบรรเทาเนื้อถือว่าการเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดในช่องคลอดที่ดีขึ้น เนื่องจากการผลิตกรดแลคติกจาก *B. coagulans* แม้ผู้ที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือนมีการตอบสนองช้ากว่า แต่สุดท้ายก็สามารถบรรเทาอาการได้อย่างสมบูรณ์เช่นกัน

Mandel และคณะ (2010); Endres และคณะ (2009) ได้ทำการประเมินความปลอดภัยทางพิษวิทยาสำหรับ *B. coagulans* จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าไม่มีผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อพันธุกรรม การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันและการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษแบบกึ่งเรื้อรังในหนูทดลองตลอด 90 วัน พบว่าไม่มีระดับผลข้างเคียง (No Adverse Effects Level, NOEL) ต่ำกว่า 1,000 mg/kg ต่อวัน และสำหรับบุคคลทั่วไปที่มีน้ำหนัก 70 กก. ใช้  $100 \times 10^6$  (100 ล้าน) ถึง  $3 \times 10^9$  (3 พันล้าน) CFUs ต่อวัน ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นถึงปัจจัยความปลอดภัยที่มีค่าตั้งแต่ 3,173 ถึง 95,200 เท่าของขนาดยาที่แนะนำในแต่ละวัน และการศึกษาผลข้างเคียงในคนหลังจากการใช้ *B. coagulans* ยังไม่พบการรายงานที่มีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงถึงความปลอดภัยของการใช้งานของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nazzaro และคณะ (2008) ได้ศึกษาถึงศักยภาพการเป็นซินไบโอติกของน้ำแครอทเสริมเชื้อ *Lactobacillus* spp. และอินูลิน (Inulin) หรือฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Fructo-oligosaccharides) โดยพบ น้ำแครอทที่หมักด้วย *L. rhamnosus* โดยเฉพาะ ไม่ได้ทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณเบต้าแคโรทีน ลดลงเมื่อมีอินูลินหรือ FOS โดยสูตรนี้อาจเป็นแหล่งที่ดีของโพรไบโอติก *Lactobacillus* spp. และ ส่วนประกอบทางโภชนาการหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ยังคงคุณภาพได้ดี

กิตติศักดิ์ (2563) ได้พัฒนาสูตรการผลิตไอศกรีมมัลเบอร์รี่ไขมันต่ำเสริมซินไบโอติกโดยศึกษา คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ คุณภาพทางประสาทสัมผัสและระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งศึกษาโดยใช้ เชื้อ *L. plantarum* TISTR926 และ *S. boulardii* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วัน พบว่าไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมัลเบอร์รี่ไขมันต่ำ เสริมซินไบโอติกจึงถือเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่มีความปลอดภัย มีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค รวมไปถึงมีอายุการเก็บรักษาที่ เหมาะสม

ไพโรจน์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาการเพิ่มมูลค่าถั่วเหลืองและถั่วเขียวผิวน้ำโดยใช้ผลิตเป็นไอศกรีม ซินไบโอติก โดยนำเมล็ดถั่วเหลืองและถั่วเขียวมาศึกษา พบว่ามีน้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์กลุ่มราฟฟิโนส (Raffinose family oligosaccharides; RFOs) สะสมอยู่เป็นจำนวนมาก และมีการเติมเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus lactis* ลงไป ผลการวิจัยพบว่าไอศกรีมซินไบโอติกที่มีแบคทีเรียโพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตหลง เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ แม้จะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์

พงศ์สุระ และคณะ (2565) ได้พัฒนาโยเกิร์ตซินไบโอติกโดยเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษาใน การพัฒนาโยเกิร์ตโพรไบโอติก คือ ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณหัวเชื้อ และปริมาณคาราจีแนน โดยจาก การศึกษาพบว่าน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 6 และหัวเชื้อร้อยละ 2 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอ ติก ส่วนปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่โพรไบโอติกจากแก่นตะวัน คือ ร้อยละ 3.0 การศึกษา สมบัติซินไบโอติก พบว่าปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน ร้อยละ 35 ของปริมาณโยเกิร์ต เป็นปริมาณที่เหมาะสม สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* TISTR 117 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัสดุและสารเคมี

##### 3.1.1 วัสดุ

- 3.1.1.1 ไขวับกสด
- 3.1.1.2 น้ำตาลทราย
- 3.1.1.3 กุลโคสไซรป์
- 3.1.1.4 น้ำสะอาด
- 3.1.1.5 เจลาติน
- 3.1.1.6 เพคติน
- 3.1.1.7 ผงวุ้น
- 3.1.1.8 น้ำผึ้ง
- 3.1.1.9 อินูลิน (Inulin)(กรุงเทพเคมีภัณฑ์)
- 3.1.1.10 ไซโลโอลิโกแซคคาไรด์ (Xylo-oligosaccharides: XOS)(MySkinRecipe)
- 3.1.1.11 ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide: FOS)(กรุงเทพเคมีภัณฑ์)
- 3.1.1.12 หัวเชื้อ *Bacillus coagulans* ชนิดผงเชิงการค้า (MySkinRecipe)

##### 3.1.2 สารเคมี

- 3.1.2.1 Distilled water (D H<sub>2</sub>O)
- 3.1.2.2 Deionized Water (DI)
- 3.1.2.3 Ethanol 95 percent (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) (food grade)

##### 3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 3.1.3.1 0.1% Peptone Water
- 3.1.3.2 Lactic Acid Bacterial Petrifilm (LAB) (3M Petrifilm)
- 3.1.3.3 Plate Count Agar (PCA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

### 3.2.1 อุปกรณ์

- 3.1.2.1 หลอดแก้วทดลอง (Test tube)
- 3.1.2.2 แร็ควางหลอดทดลอง (Test tube rack stainless)
- 3.1.2.3 กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100, 500, และ 1,000 mL
- 3.1.2.4 กรรไกร (Scissors)
- 3.1.2.5 ทิป (Micropipette tip) ขนาด 200, 1,000 และ 10,000  $\mu$ L
- 3.1.2.6 ขวดดูแรน (Duran bottle) ขนาด 250 และ 500 mL
- 3.1.2.7 ช้อนตักสาร (Dispensing spoon)
- 3.1.2.8 แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)
- 3.1.2.9 แท่งแก้วเขี่ยเชื้อสามเหลี่ยม (Spreader glass)
- 3.1.2.10 ช้อนสแตนเลส (Stainless steel spoon)
- 3.1.2.11 เข็มเขี่ยเชื้อปลายกลม (Inoculation loop)
- 3.1.2.12 ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100, 250, 500 และ 1,000 mL
- 3.1.2.13 คีมคีบสแตนเลส (Tongs)
- 3.1.2.14 จานเพาะเชื้อพลาสติก (Sterile plastic petri dish)
- 3.1.2.15 โถดูดความชื้น (Desicator)
- 3.1.2.16 ถุงมือยางไม่มีแป้ง (Rubber gloves)
- 3.1.2.17 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)
- 3.1.2.18 ถุงตีปั่น (Stomacher bag) ขนาด 7×11 นิ้ว
- 3.1.2.19 ไม้บรรทัด (Ruler)
- 3.1.2.20 ถุงพลาสติก (Plastic bag) ขนาด 4×6, 8×12 และ 9×14 นิ้ว
- 3.1.2.21 กะละมังสแตนเลส (Stainless Steel bowl) ขนาด 16,18,20 และ 24 นิ้ว
- 3.1.2.22 หม้อสแตนเลส (Stainless Steel pot) ขนาด 30 นิ้ว
- 3.1.2.23 ท้าพี (Ladle)
- 3.1.2.24 แม่พิมพ์ซิลิโคน (silicone mold)
- 3.1.2.25 ถุงมือพลาสติก (plastic gloves)
- 3.1.2.26 ถ้วยตวง (measuring cup)
- 3.1.2.27 พายซิลิโคน (silicone spatula)
- 3.1.2.28 ถาดสแตนเลส (stainless steel tray)
- 3.1.2.29 ถ้วยพลาสติก (plastic cup)
- 3.1.2.30 กรวยหยอดขนม (piping cone)
- 3.1.2.31 ถุงกรอง (filter bag)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 เครื่องมือ

- 3.2.2.1 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า ((induction stove) (Electrolux, China)
- 3.2.2.2 ไมโครเวฟ (Microwave) (Electrolux, China)
- 3.2.2.3 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Precision balance 2 digits) (Mettler Toledo, germany)
- 3.2.2.4 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Precision balance 4 digits) (Mettler Toledo, germany)
- 3.2.2.5 เครื่องซีลถุงแบบมีอกัด (sealer) (giant Kingkong รุ่น PFS-3001, China)
- 3.2.2.6 เครื่องตีปั่น (Stomacher) (IUL instruments, Spain)
- 3.2.2.7 เครื่องปั่น (Blender) (Philips รุ่น HR2221/00, Thailand)
- 3.2.2.8 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) (Tommy, Japan)
- 3.2.2.9 เครื่องวัดปริมาณน้ำ อิสระ (Water activity meter) (Meter AQUALAB 4TEV, USA)
- 3.2.2.10 ตู้ชีวนิรภัย (Biological safety cabinet) (Bosstech, Thailand)
- 3.2.2.11 ตู้บ่มเชื้อ อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส (Incubator) (Sanyo, Thailand)
- 3.2.2.12 ตู้เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Fridge) (Mitsubishi electric, Thailand)
- 3.2.2.13 ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (Hot air oven) (Heraeus, germany)
- 3.2.2.14 ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส (Hot air oven) (Heraeus, germany)
- 3.2.2.15 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)(England)
- 3.2.2.16 เครื่องวัดสี (Konica Minolta chromameter)(Japan)
- 3.2.2.17 เครื่องวัดความหวาน (%Brix) (Digital Refractometer)(Japan)
- 3.2.2.18 เครื่องวัดอุณหภูมิ (pocket digital min-max memory thermometer)(DIGICON, Japan)

### 3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

#### 3.3.1 การเตรียมน้ำบวบกเข้มข้นร้อยละ 50

นำบวบกหลังล้างทำความสะอาดแล้ว มาปั่นด้วยเครื่องปั่น อัตราส่วนบวบก 50 ส่วนต่อน้ำ 50 ส่วนปั่นจนละเอียด กรองกากด้วยถุงกรอง แล้วบีบเอาเฉพาะส่วนของเหลวมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 การศึกษาอัตราส่วนของสารพรีไบโอติกที่อาจมีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของเชื้อ *Bacillus coagulans*

#### 3.3.2.1 สูตรการเตรียมผลิตภัณฑ์ที่มีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ตารางที่ 3.1 สูตรการเตรียมผลิตภัณฑ์ที่มีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก อัตราส่วนต่อ 1 สูตร

ส่วนผสม	อัตราส่วน (g)
น้ำบัวบกเข้มข้น (ร้อยละ 50)	112.5
น้ำสะอาด	442.5
กุลโคสไซรัป	375
น้ำตาลทราย	142.5
เจลาติน	75
น้ำผึ้ง	22.5
ผงวุ้น	3.75
เพคติน	3.75
เชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> ชนิดผง	2

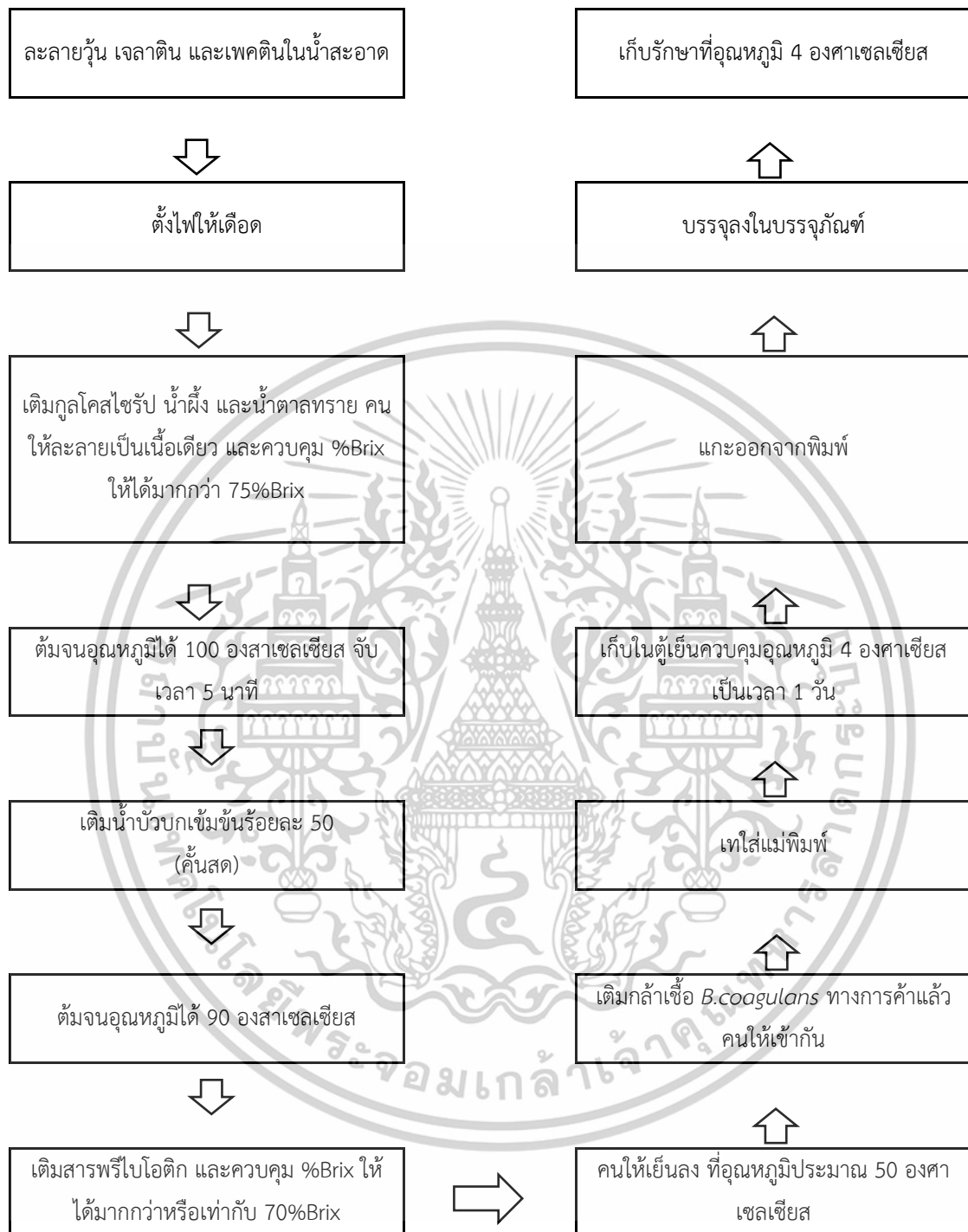
#### 3.3.2.2 สูตรการใช้สารพรีไบโอติกในผลิตภัณฑ์ที่มีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ตารางที่ 3.2 สูตรการใช้สารพรีไบโอติกในผลิตภัณฑ์ที่มีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก อัตราส่วนต่อ 1 สูตร

ชนิดของสารพรีไบโอติก	อัตราส่วน (%)		
FOS	3.5	5.0	10.0
XOS	0.7	1.0	1.4
Inulin	6.0	9.5	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2.3 ขั้นตอนการผลิตกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก โดยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้ง 10 สูตร ที่ใส่เชื้อ *Bacillus coagulans* ปริมาณเชื้อตั้งต้นประมาณ  $10^9$  CFU/g แล้วจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 49 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา

### 3.3.3 การทดสอบกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

#### 3.3.3.1 การวัดสี (Color)

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกแต่ละสูตรมาวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (Chroma meter) รุ่น konika minolta-CR400 ในระบบ  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ในส่วนของค่าสี ( $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$ ) ที่เป็นค่าที่นิยมในการประเมินลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยค่า  $L^*$  (Lightness) ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า  $L^*$  เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า  $a^*$  (Redness) ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ค่า  $a^*$  ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า  $b^*$  (Yellowness) ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า  $b^*$  เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน (สุนทรื, 2550) โดยวัดตัวอย่างในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49

#### 3.3.3.2 วัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่อง Texture analyzer

วิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA-XT Plus ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ใช้ Load cell 5 kg กดตัวอย่าง 75 เปอร์เซ็นต์ ด้วยความเร็ว 10 mm/s หัววัดทรงกระบอกตัน No. P/35 นำกัมมีเยลลี่มาวัดค่าความแข็ง (hardness) ค่าการคืนตัว (springiness) ค่าแรงยึดเกาะ (cohesiveness) และค่าแรงที่ใช้เคี้ยว (chewiness) โดยวัดตัวอย่างในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49

### 3.3.4 การทดสอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

#### 3.3.4.1 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในสารละลาย (%brix) โดยใช้เครื่อง Digital Refractometer

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในสารละลาย (%Brix) ด้วยเครื่องวัด Digital Refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น PAL-ALPHA Refractometer, 0.0 - 85.0 %Brix วิธีการตรวจโดยใช้ช้อนตักสารละลายกัมมีเยลลี่หลังทำให้เย็นหยดสารละลายลงให้เต็มหลุมสำหรับใส่ตัวอย่าง แล้วกดปุ่ม Start อ่านค่า %Brix ที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผล จำนวนตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ควบคุมให้ %Brix มากกว่าหรือเท่ากับ 70) โดยวัดค่าของตัวอย่างในระหว่างกระบวนการผลิต

#### 3.3.4.2 การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, $A_w$ )

วัดปริมาณน้ำอิสระผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity meter) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น 4TEV วิธีการตรวจอ้างอิงตามคู่มือผู้ผลิต นำผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกมาสับให้ละเอียด ใช้ช้อนตักกัมมีเยลลี่ที่สับละเอียดปริมาณ 2 g ใส่ลงในถ้วยวัด  $A_w$  จำนวนตัวอย่างละ 3 ถ้วย ทำการเปรียบเทียบเครื่องวัด  $a_w$  ด้วยน้ำปราศจากไอออน เมื่อเครื่องวัด  $A_w$  วัดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำอิสระของน้ำ ได้ค่าระหว่าง 0.997-1.003 จึงทำการวัดตัวอย่างต่อได้ โดยเปิดฝากล้วยตัวอย่าง นำกล้วยตัวอย่างใส่ลงในจุดวางจานของเครื่องวัด  $A_w$  ปิดฝาเครื่องลงมาแล้วรอนจนกว่าเครื่องจะอ่านค่า  $A_w$  ได้อ่านค่า  $A_w$  ที่ปรากฏบนจอแสดงผล โดยวัดตัวอย่างในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49

### 3.3.5 การทดสอบทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้ง 10 สูตร ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (BAM, 2001) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (Lactic Acid Bacterial Petrifilm: LAB) โดยวัดตัวอย่างในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49

#### 3.3.5.1 การเตรียมตัวอย่าง

ทำการชั่งตัวอย่าง โดยการนำตัวอย่างมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ โดยใช้กรรไกรจุ่มแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ลนไฟ รอให้เย็น แล้วตัดตัวอย่างกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในถุงตีปั่น ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้ 25 g เติม Peptone Water 0.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 225 mL ในถุงตีปั่น นำไปตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 1 นาที ใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างที่ตีปั่นแล้วมา 1 mL เจือจางด้วยสารละลาย Peptone Water 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 9 mL ในหลอดทดลอง ระดับการเจือจาง  $10^5$ ,  $10^6$  และ  $10^7$

#### 3.3.5.2 การตรวจปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC)

ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายแต่ละระดับการเจือจางที่  $10^5$ ,  $10^6$  และ  $10^7$  มา 1 mL ถ่ายสารละลายตัวอย่างลงบนจานเพาะเชื้อ จากนั้นเติมอาหารเลี้ยง Plate Count Agar (PCA) ที่ปรับอุณหภูมิแล้วเหมาะสมกับตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากัน รอให้เย็น จากนั้นพลิกจานอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อซ้อนกันไม่เกิน 3 จาน ใส่ถุงพลาสติก มัดปากถุงด้วยหนังยาง แล้วนำจานเลี้ยงเชื้อที่ใช้อาหาร PCA ให้นำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาบ่มเชื้อ บันทึกผลจำนวนโคโลนีที่พบ

#### 3.3.5.3 การตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียสร้างกรดแลคติก (Lactic Acid Bacterial: LAB)

ใช้ไมโครปิเปตดูดแต่ละระดับการเจือจางที่  $10^5$ ,  $10^6$  และ  $10^7$  มา 1 mL ถ่ายสารละลายลงบน Petrifilm สำหรับเลี้ยงเชื้อ Lactic Acid Bacterial จากนั้นกดแผ่น Petrifilm ลงบน LAB Petrifilm แล้วนำแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อเข้าบ่มที่ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาบ่มเชื้อ บันทึกผลจำนวนโคโลนีที่พบ

### 3.3.6 การทดสอบทางคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

นำผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่พบว่ามีความเหมาะสมของเชื้อ LAB คงเหลือตลอดอายุการเก็บรักษามากที่สุด จำนวน 3 ลำดับ มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 75 คน โดยมีแบบทดสอบจำนวน 4 ตอน ได้แก่ ชุดคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ชุดคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผักและบัวบก และชุดการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแต่ละสูตร และการประเมินความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ระบบ 5 Point Hedonic Scaling ที่กำหนดคะแนนความชอบที่ระดับ 1-5 โดยคะแนน 5 หมายถึง ชอบมากที่สุดและคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดในด้านลักษณะของสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นสร้างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ใดๆ ไม่่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามจาก Google form ดังแสดงในภาคผนวก ค และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance, ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของความชอบผลิตภัณฑ์จำแนกตามข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบ ได้แก่ เพศ อายุ และความชอบแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี DMTR (Duncan's multiple Range Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์สถิติ ด้วยโปรแกรม IBM SPSS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

บัวบก หรือ *Centella asiatica* (L.) Urb. เป็นพืชในวงศ์ Umbelliferae หรือ Apiaceae มีชื่อสามัญ Sappan tree, Sappan และอื่นๆ ถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาใต้ ต่อมาได้ถูกนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชีย สำหรับประเทศไทยสามารถพบได้ทั่วไปในเขตพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วทุกภาค จากการศึกษาวิจัยทางเภสัชพบว่า บัวบก เป็นพืชที่ให้สารในกลุ่ม ไตรเทอปีนอยด์ ไกลโคไซด์ (Triterpenoid glycoside) หลายชนิด เช่น กรดแมดิแคสซิก (Medecassic acid) หรือสาร Madecassoside และกรดเอเชียติก (Asistic acid) หรือสาร Asiaticoside ซึ่งเป็นสารที่ช่วยเร่งการสร้างสารคอลลาเจน (Collagen) และเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการสมานแผล ทำให้แผลหายเร็ว ใช้รักษาโรคผิวหนังแก่น้ำร้อนลวกได้ นอกจากนี้ยังมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ด้านการอักเสบ คือ Triterpens บัวบก มีประวัติการใช้ประโยชน์ในด้านยารักษาโรคมานานกว่า 50 ปี ส่วนที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ ส่วนของใบ และราก เป็นยาขับร้อน แก้ไข้ใน ลดอาการอักเสบ ทำให้เลือดกระจายตัว รักษาอาการฟกช้ำดำเขียว รักษาบาดแผล แก้โรคเรื้อน โรคบิด ขับปัสสาวะ แก้ปวดศีรษะและเป็นไข้ แก้ร้อนใน ระบายน้ำ แก้อ่อนเพลีย เมื่อยล้า และเป็นยาบำรุงกำลัง บำรุงโลหิต บำรุงประสาทและความจำ แต่เนื่องจากบัวบกสด มีกลิ่นเขียว มีรสขม และเผื่อน ทำให้บริโภคได้ยาก โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ชอบรับประทานผัก จึงทำให้การรับประทานบัวบกสดนั้นไม่เป็นที่นิยมมากนัก ดังนั้น เพื่อให้ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค การแปรรูปบัวบกให้เป็นผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ (Gummy jelly) ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจที่จะได้รับความนิยม เนื่องจากตลาดการค้าเยลลี่ทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถรับประทานได้ทุกเพศ ทุกวัย มีสี สัน รสชาติ และเนื้อสัมผัสเป็นเอกลักษณ์ ประกอบกับความต้องการอาหารออร์แกนิกและเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคในปัจจุบันมีเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มซินไบโอติกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบก อาจเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ตอบโจทย์ของผู้บริโภคที่กำลังมองหาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพที่ดีในระยะยาว และเป็นทางเลือกในการเสริมอาหารให้กับผู้ที่ไม่ชอบรับประทานผัก ซึ่งการแปรรูปกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกนี้ นอกจากจะยืดอายุการจัดเก็บรักษาบัวบกแล้ว ยังมีส่วนช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสมุนไพรท้องถิ่น และเป็นแนวทางเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้เพาะปลูกได้อีกด้วย

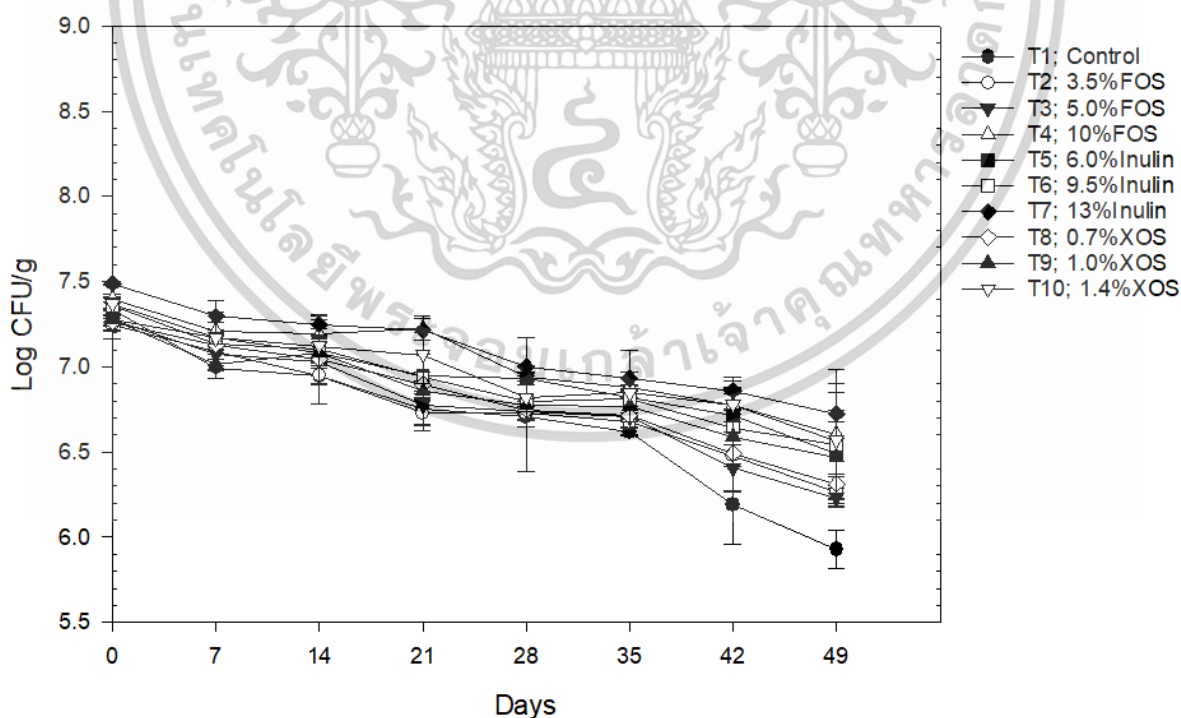
ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำสมุนไพรบัวบกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก โดยมีการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับกฎหมายและความต้องการของผู้บริโภค โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์, ควบคุมปริมาณการใช้สารพรีไบโอติกให้ไม่เกินจากที่กฎหมายกำหนด, ศึกษาหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในผลิตภัณฑ์ และศึกษาอัตราการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกตลอดการเก็บรักษา เพื่อให้ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาถึงผลกระทบของสารพรีไบโอติกที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสี (Color) การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (Texture analysis) และการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity,  $A_w$ ) ของตัวอย่างกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยทำการเก็บข้อมูลดังกล่าวทุกๆ 7 วัน เพื่อวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลง จากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่หลังการศึกษาพบว่าม้อัตรการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกคงเหลือมากที่สุด 3 ลำดับมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 75 คน โดยรายละเอียดผลการทดลองแสดงดังต่อไปนี้

#### 4.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ทำการชั่งตัวอย่างกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก แล้วตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในถุงตีปั่น ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้ 25 g เติม Peptone Water 0.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 225 mL ในถุงตีปั่น นำไปตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 1 นาที ใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างที่ตีปั่นแล้วมา 1 mL เจือจางด้วยสารละลาย Peptone Water 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 9 mL ในหลอดทดลอง ระดับการเจือจาง  $10^5$ ,  $10^6$  และ  $10^7$  จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดแต่ละระดับการเจือจางมา 1 mL ถ่ายสารละลายตัวอย่างอาหารลงบนจานเพาะเชื้อ จากนั้นเติมอาหารเลี้ยง Plate Count Agar (PCA) ที่ปรับอุณหภูมิแล้วผสมกับตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากัน รอให้วุ้นแข็ง จากนั้นพลิกจานอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วนำจานเลี้ยงเชื้อซ้อนกันไม่เกิน 3 จาน ใส่ถุงพลาสติก มัดปากถุงด้วยหนังยาง แล้วนำจานเลี้ยงเชื้อที่ใช้อาหาร PCA ให้นำไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้อ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกแต่ละสูตรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยในวันที่ 0 พบปริมาณของเชื้อ TPC ตั้งต้นของทุกสูตร อยู่ในช่วง 7.25 – 7.49 log CFU/g ในวันที่ 7-14 พบว่าปริมาณเชื้อ TPC ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับเชื้อตั้งต้น โดยพบปริมาณของเชื้อ TBC อยู่ในช่วง 6.99–7.30 log CFU/g และ 6.95–7.25 log CFU/g ตามลำดับ คาดว่าเชื้อ TBC บางส่วนได้ตายไป และบางส่วนยังอยู่ในระยะพักเพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและแหล่งอาหาร ทำให้ปริมาณของเชื้อ TBC ในตัวอย่างลดลง โดยในวันที่ 21 พบว่าสูตร T4, T7 และ T10 มีอัตราการตายของเชื้อ TPC น้อยกว่า เมื่อเทียบกับสูตร T1, T2, T3, T5, T6, T8 และ T9 ที่พบปริมาณของเชื้อ TBC ในตัวอย่างมีแนวโน้มลดลง โดยพบปริมาณของเชื้อ TBC เท่ากับ 7.23, 7.21 และ 7.07 log CFU/g ตามลำดับ และในวันที่ 28-49 พบว่าปริมาณเชื้อ TPC ในทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับวันที่ 21 ซึ่งคาดว่าเกิดจากความเป็นพิษของสารแบคทีริโอซิน (bacteriocins) ที่เชื้อ *Bacillus coagulans* สร้างขึ้น ทำให้สภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้ออื่น จึงทำให้ปริมาณของเชื้อ TPC ลดลงได้

โดย *B. coagulans* เป็นแบคทีเรียที่มีความสามารถในการผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria : LAB) ซึ่งกรดแลคติกมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ TPC ผ่านกลไกหลายประการ เช่น การปรับ pH ของอาหารให้เป็นกรด การผลิตสารต้านจุลชีพ (สร้างแบคทีริโอซิน) และการลดการแข่งขันด้านสารอาหาร ซึ่งงานวิจัยสนับสนุนว่าเชื้อ LAB มีบทบาทสำคัญในการป้องกันและควบคุมการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อโรค ทั้งในระบบทางเดินอาหารและในกระบวนการหมักอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับ Jing Zhang และคณะ (2022) ที่ได้มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพต่อแบคทีเรีย 8 สายพันธุ์ (ประกอบด้วยแกรมบวก 4 สายพันธุ์และแกรมลบ 4 สายพันธุ์) โดยพบว่าแบคทีริโอซินจาก *Bacillus coagulans* CGMCC 9951 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมบวกได้โดยเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของ Amylocyclin ที่เคยรายงานโดย Scholz และคณะ (2014) ทั้งนี้ *Listeria monocytogenes* เป็นแบคทีเรียที่มีความไวต่อแบคทีริโอซิน (bacteriocins) จาก *B. coagulans* มากที่สุด โดยพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อคือ  $19 \pm 4.6$  มม. และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้ (MIC) อยู่ที่ 62.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  นอกจากนี้การยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกยังพบในแบคทีริโอซิน ชนิดอื่น ๆ เช่น ไนซิน โสมิคอร์ซิน และโคอากูลิน (Uddin และคณะ, 2021) ความสามารถในการต้านแบคทีเรียเฉพาะเจาะจงของแบคทีริโอซินจาก *B. coagulans* CGMCC 9951 นี้มีประโยชน์ต่อการควบคุมประชากรจุลินทรีย์ในระบบนิเวศแบบเฉพาะเจาะจง โดยอัตราการอยู่รอดของ LAB สามารถเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการใช้สารพรีไบโอติก เนื่องจากพรีไบโอติกทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มความสามารถในการอยู่รอดของแบคทีเรียเหล่านี้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งมีกรดในกระเพาะและเอนไซม์ย่อยอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Slavin (2013) ที่กล่าวไว้ว่าสารพรีไบโอติกมีส่วนช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือกิจกรรมของแบคทีเรียบางชนิดในลำไส้อย่างจำเพาะเจาะจง โดยเฉพาะแบคทีเรียกลุ่ม Lactobacilli และ bifidobacteria ที่เป็นจุลินทรีย์เป้าหมายหลัก แต่มักพบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มของเชื้อ bifidobacteria มากกว่า เนื่องจากเชื้อ bifidobacteria มีจำนวนในลำไส้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

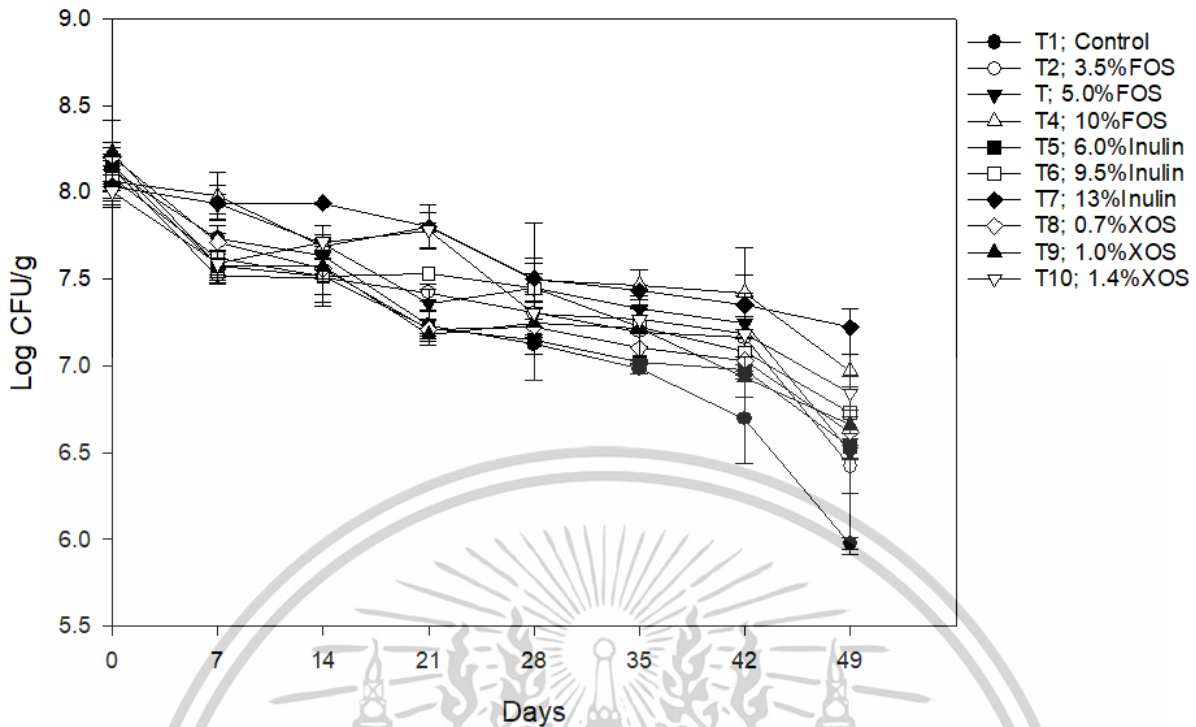
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่ของมนุษย์ มากกว่า Lactobacilli และทั้ง 2 มีความขึ้นชอบในการใช้น้ำตาลกลุ่ม oligosaccharides ทำให้มีความสามารถในการใช้สารพรีไบโอติกได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Bovee และคณะ (2003) ที่ได้มีการทดลองให้โยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ไม่สามารถย่อยได้อย่าง cellulose, wheat fiber, resistant starch (RS), fructo-oligosaccharides (FOS), and lactulose ในหนูกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นป้อนเชื้อ *S. enteritidis* ทางปากให้กับหนูในปริมาณ  $1 \times 10^9$  CFU ผลการทดลองพบว่า ในอุจจาระที่เก็บมาก่อนป้อนเชื้อไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา หลังจากป้อนเชื้อได้ทำการตรวจสอบปริมาณเชื้อในอุจจาระของหนูทุกๆ 2 วัน พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโยอาหารอื่น หนูที่เสริม FOS มีความต้านทานต่อเชื้อ *S. enteritidis* สูงสุดอย่างชัดเจนเมื่อพิจารณาจากปริมาณเชื้อที่ขับออกมาทางอุจจาระลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งสอดคล้องกับ Guerner (2007) ที่ผสมโอลิโกฟรุกโตส 7.5 กรัม/วัน รวมผสมกับอินูลิน 7.5 กรัม/วัน หรือไม่ได้รับอาหารเสริม (ชุดควบคุม) โดยให้หนูทดลองกินเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าหนูที่ได้รับเชื้อยีสต์ก่อโรค *Candida albicans* ทางปาก เมื่อได้รับอินูลินหรือโอลิโกฟรุกโตสทางอาหาร จำนวนเชื้อก่อโรคที่เจริญได้ในลำไส้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากผ่านไป 7 วัน และในหนูที่ได้รับอินูลินและโอลิโกฟรุกโตส พบว่าอัตราการเสียชีวิตจากการติดเชื้อ *Listeria monocytogenes* ของหนูลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และหนูที่ได้รับอินูลินมีอัตราการเสียชีวิตต่ำกว่าเมื่อทดลองด้วยเชื้อ *Salmonella typhimurium* เมื่อเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม

#### 4.2 การศึกษาปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของเชื้อ Lactic Acid Bacteria (LAB) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ทำการซักรับตัวอย่างกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก แล้วตัดตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ในถุงตีปั่น ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้ 25 g เติม Peptone Water 0.1 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 225 mL ในถุงตีปั่น นำไปตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 1 นาที ใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างที่ตีปั่นแล้วมา 1 mL เจือจางด้วยสารละลาย Peptone Water 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 9 mL ในหลอดทดลอง ระดับการเจือจาง  $10^5$ ,  $10^6$  และ  $10^7$  จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดแต่ละระดับการเจือจางมา 1 mL ถ่ายตัวอย่างอาหารลงบนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ Lactic Acid Bacterial (LAB) แบบสำเร็จรูป กวดสารละลายให้เต็มช่องโดยใช้แป้นกดตัวอย่าง แล้วนำแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อบ่มที่ตู้บ่มเชื้อ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 อัตราการรอดชีวิตของเชื้อ Lactic Acid Bacterial (LAB) ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกแต่ละสูตรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

จากรูปที่ 4.2 ปริมาณเชื้อ LAB ในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกแต่ละสูตรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 0 ปริมาณเชื้อ LAB ของทุกสูตร อยู่ในช่วง 8.00 - 8.23 log CFU/g แต่ในวันที่ 7-14 พบว่าปริมาณเชื้อ LAB คงที่หรือลดลงเล็กน้อย ซึ่งคาดว่าเกิดจากเชื้อ LAB อยู่ในระยะพัก เพื่อปรับตัวกับอาหารและสิ่งแวดล้อม โดยอาจมีเชื้อบางส่วนอาจตายไป เนื่องจากไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิในกระบวนการผลิตและสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ในวันที่ 21 ปริมาณของเชื้อ LAB พบว่าสูตร T4, T6 และ T10 หรือสูตรที่มีการเติมสารพรีไบโอติก 10% FOS, 9.5% Inulin และ 1.4% XOS ตามลำดับ ปริมาณของเชื้อ LAB เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณสารพรีไบโอติกแต่ละชนิดในผลิตภัณฑ์ที่เชื้อ LAB ใช้เป็นแหล่งอาหารมีปริมาณมากกว่า เมื่อเทียบกับสูตร T2, T3, T5, T8 และ T9 ที่มีการเติมสารพรีไบโอติกน้อยกว่า และสูตร T1 ที่ไม่มีการเติมสารพรีไบโอติก ในวันที่ 28-42 พบปริมาณของเชื้อ LAB ในสูตรที่มีการเติมสารพรีไบโอติกส่วนใหญ่การเจริญค่อนข้างคงที่ ซึ่งอาจเกิดจากสารพรีไบโอติกที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารใกล้เคียงหมด แบคทีเรียจึงเจริญได้ช้าลง และในวันที่ 49 สูตร T1 ที่ไม่มีการเติมสารพรีไบโอติกปริมาณเชื้อ LAB ลดลงเหลือ 5.98 log CFU/g ซึ่งทำให้มีปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด ที่ระบุในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 346 ปี 2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ 2) ที่กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมโพรไบโอติกต้องมีปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกคงเหลือตลอดอายุการจัดเก็บรักษาไม่ต่ำกว่า  $10^6$  CFU/g (6 log CFU/g) (กระทรวงสาธารณสุข, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าในวันที่ 0 ถึงวันที่ 49 ปริมาณเชื้อ LAB ของทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ผลิตภัณฑ์ก็มีมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกสูตร T7 มีอัตราการรอดชีวิตของเชื้อ LAB ดีที่สุด รองลงมาคือ T4, T10, T6, T9, T8, T5, T3, T2 และ T1 ที่มีปริมาณเชื้อ LAB คงเหลือในวันที่ 49 เท่ากับ 7.22, 6.97, 6.84, 6.73, 6.66, 6.62, 6.54, 6.51, 6.42 และ 5.98 log CFU/g ตามลำดับ โดยปริมาณของเชื้อ LAB ที่คงเหลือในผลิตภัณฑ์มากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ สูตร T7 ซึ่งเป็นสูตรที่มีการเติมสารพรีไบโอติกชนิด Inulin ปริมาณ 13%, สูตร T4 เป็นสูตรที่มีการเติมสารพรีไบโอติกชนิด FOS ปริมาณ 10% และสูตร T10 เป็นสูตรที่มีการเติมสารพรีไบโอติกชนิด XOS ปริมาณ 1.4% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang และ Gibson (1993) ที่พบว่า เมื่อรับประทาน FOS จำนวน 15 กรัม/วัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณของเชื้อ bifidobacteria ให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 6% เป็น 22% ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gobinath (2010) ที่ได้มีการศึกษาถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อ bifidobacteria และ lactobacillus ในลำไส้เมื่อเปรียบเทียบกับหนูที่ได้รับอาหารพื้นฐาน หนูที่ได้รับอาหารที่มี XOS ไม่ว่าจะ 10% หรือ 5% พบว่าเชื้อ bifidobacteria เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับหนูที่ได้รับ FOS (10%) ส่วนหนูที่ได้รับอาหารที่มี FOS ไม่ว่าจะ 10% หรือ 5% พบว่า lactobacillus มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับหนูที่ได้รับอาหารที่มี XOS และงานวิจัยของ Den Hond และคณะ (2000) กล่าวว่าถ้าจำเป็นต้องกิน XOS 2 กรัมต่อวัน, GOS 10 กรัมต่อวัน และ FOS อย่างน้อย 4 กรัมต่อวันทุกวัน จะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณของเชื้อ bifidobacteria ในลำไส้ และงานวิจัยของ Oliveira และคณะ (2011) ที่ผลิตนมหมักพร้อมมันเนยสูตรผสม 4% Inulin กับเชื้อโพรไบโอติก โดยพบว่า *B. lactis* สามารถเพิ่มจำนวนสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดจาก 7.5 เป็น 9.1 Log CFU/mL ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ Costabile และคณะ (2010) ได้กล่าวว่าอินูลิน โอลิโกฟรุกโตส และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางในฐานะพรีไบโอติก และพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณ bifidobacteria ในอุจจาระได้อย่างมีนัยสำคัญแม้บริโภคในปริมาณต่ำ (ประมาณ 5-8 กรัมต่อวัน) นอกจากนี้อินูลินสายยาวที่สกัดจากอาร์ติโชค (*Cynara scolymus*) ยังแสดงผลที่เด่นชัดในการเป็นพรีไบโอติกในมนุษย์ และมีความปลอดภัยต่อการบริโภค และ Roberfruid (2000) กล่าวว่า การรวมกันระหว่างโพรไบโอติกและพรีไบโอติก หรือที่เรียกว่าซินไบโอติก (Synbiotic) อาจส่งผลดีต่อร่างกาย เพราะมีส่วนช่วยเพิ่มการอยู่รอดและการฝังตัวของจุลินทรีย์เสริมอาหารที่มีชีวิตในลำไส้ รวมทั้งกระตุ้นการเจริญเติบโตหรือการย่อยสลายของแบคทีเรียบางชนิด ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพในลำไส้ ช่วยเพิ่มความสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ การรวมโพรไบโอติกกับพรีไบโอติกจะช่วยเพิ่มการอยู่รอดของแบคทีเรียที่เคลื่อนผ่านทางเดินอาหารส่วนบนและเพิ่มประสิทธิภาพของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ผลของโพรไบโอติกและ พรีไบโอติกอาจทำงานเสริมหรือแม้กระทั่งส่งผลต่อกันได้ดีขึ้น โดยจากการทดลองในสัตว์พบว่า การผสมผสานกันระหว่างอินูลินและ bifidobacteria มีส่วนช่วยป้องกันมะเร็งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพสีต่อปริมาณของสารฟิโอบัยโอติกที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกด้วยเครื่องวัดสี (Chroma meter)

สี (Color) เป็นคุณลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหาร (Mendoza F. และคณะ, 2006) ซึ่งสีเป็นปัจจัยแรกที่บ่งชี้ถึงการยอมรับ หรือไม่ยอมรับของผู้บริโภค (León และคณะ, 2006) โดยคุณสมบัติด้านสีมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่เดียวกันสียังเป็นปัจจัยที่ใช้ชี้วัดราคาผลิตภัณฑ์สุดท้ายของอาหารบางชนิดได้อีกด้วย (Adori G. และคณะ, 1998) โดยจากการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพด้านความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก แสดงดังรูปที่ 4.3 และผลการทดสอบค่าความสว่าง L\* (Lightness), ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง a\* (Redness) และค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง b\* (Yellowness) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก ดังแสดงในรูปที่ 4.4 - 4.6 และรายละเอียดข้อมูลทางสถิติที่วัดได้ดังแสดงในตารางที่ ค.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสารพรีไบโอติก

ลักษณะปรากฏ

Control



T1 Control (ไม่ใส่สารพรีไบโอติก)

Fructo -  
oligosaccharides:

FOS



T2 (3.5% FOS)



T3 (5.0% FOS)



T4 (10% FOS)

Inulin



T5 (6% Inulin)



T6 (9.5% Inulin)



T7 (13% Inulin)

Xylo -  
oligosaccharides: XOS

T8 (0.7% XOS)



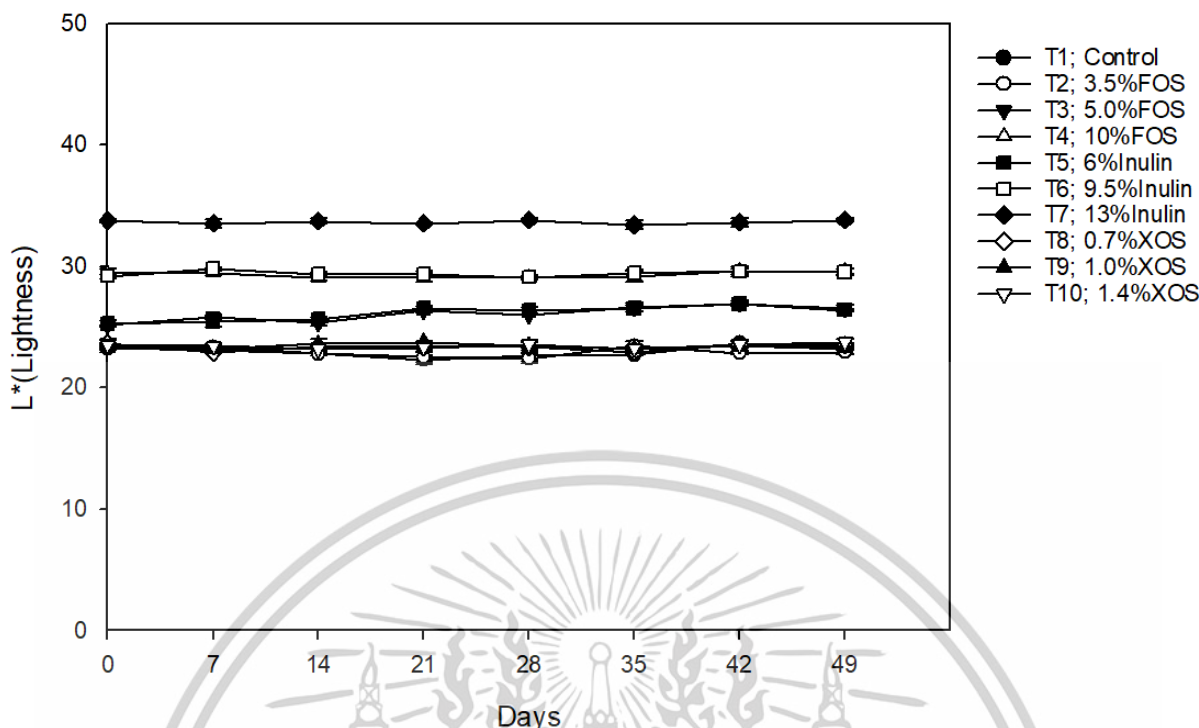
T9 (1.0% XOS)



T10 (1.4% XOS)

## รูปที่ 4.3 รูปผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกแต่ละสูตร

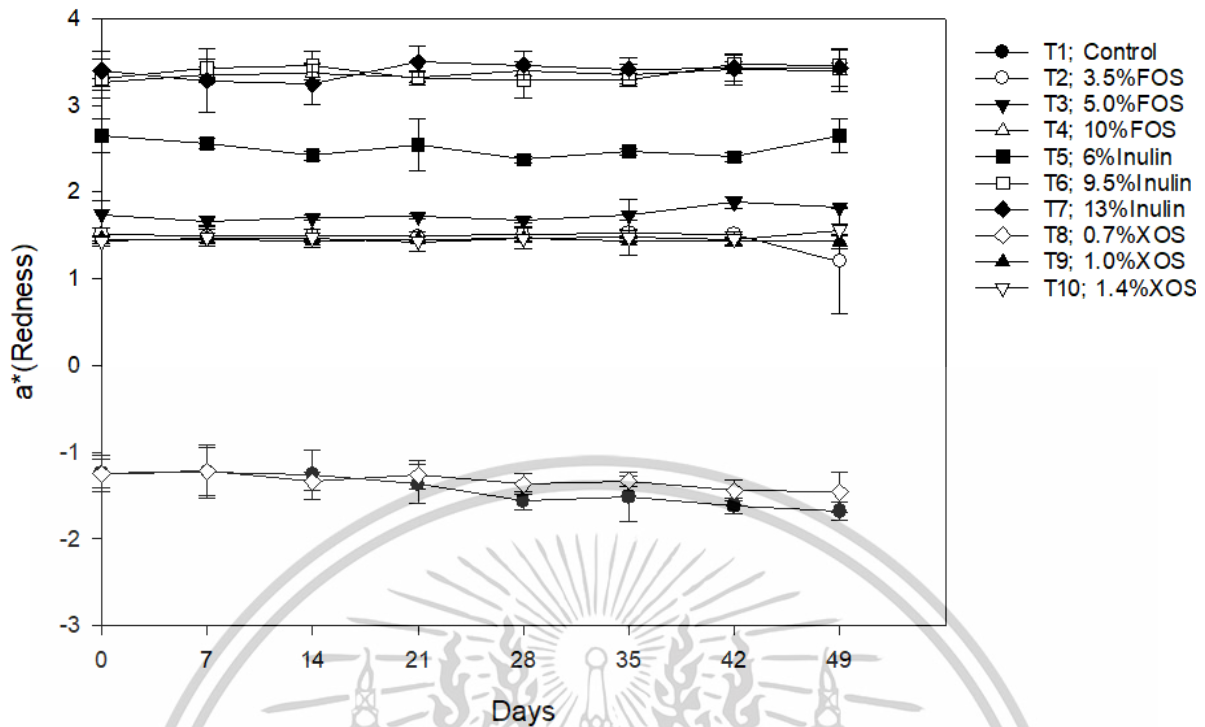
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ค่าความสว่าง L\* (Lightness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก ในระบบ  $L^*a^*b$  แสดงดังตารางที่ ค.1 และรูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง L\* (Lightness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าค่าความสว่างของสูตร T7 มีค่ามากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 33.41-33.82 รองลงมาคือสูตร T4 และ T6 โดยมีค่าความสว่างอยู่ในช่วง 29.04 – 29.80 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T4 กับ T6 พบว่าค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อนำสูตร T3 มาเปรียบเทียบความแตกต่างกับสูตร T5 และนำสูตร T1 เปรียบเทียบความแตกต่างกับสูตร T2, T8, T9 และ T10 จะพบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งจากข้อมูลพบว่าเมื่ออัตราส่วนของสารพรีไบโอติกเพิ่ม จะส่งผลให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของสารพรีไบโอติกชนิด Inulin, FOS และ XOS มีลักษณะทางกายภาพเป็นผงสีขาวขุ่น เมื่อใช้ในปริมาณมากจะส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์มีความขาวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อเทียบกับสูตร T1 (ชุดควบคุม) ที่ไม่ได้มีการเติมสารพรีไบโอติก จะพบว่าสูตรที่มีการเติมสารพรีไบโอติกในปริมาณที่สูงขึ้น จะส่งผลต่อค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกให้มีค่าความสว่างแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Franck (2002) ที่พบว่า เมื่อผสม Inulin เข้ากับน้ำหรือของเหลวอื่นๆ ให้เข้ากันดี จะเกิดเป็นโครงสร้างคล้ายครีมสีขาว ซึ่งอาจมีผลทำให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นได้

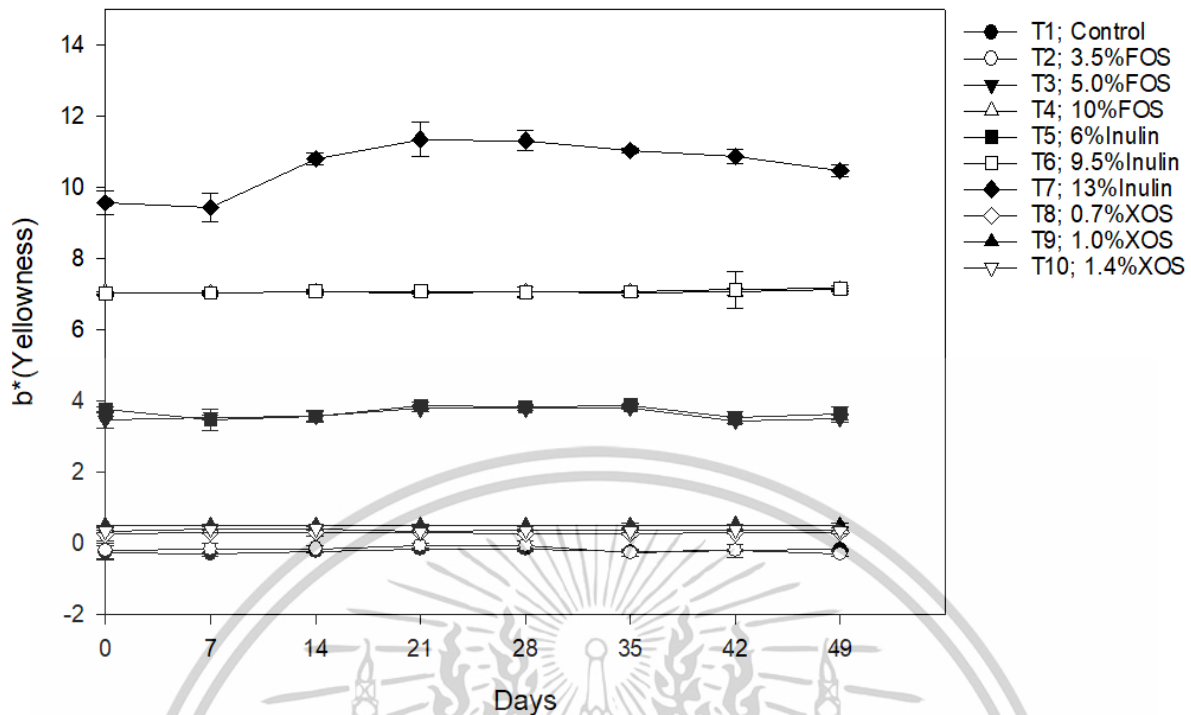
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง  $a^*$  (Redness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

จากตารางที่ ค.1 และรูปที่ 4.5 ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง  $a^*$  (Redness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T4, T6 และ T7 มีค่ามากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเป็นสีเขียวและสีแดงอยู่ในช่วง 3.24-3.47 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T4, T6 และ T7 พบว่าค่าความเป็นสีเขียวและสีแดงของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รองลงมาคือสูตร T5 ซึ่งมีค่าความเป็นสีเขียวและสีแดงอยู่ในช่วง 2.37-2.65 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T2, T3, T9 และ T10 พบว่าค่าความเป็นสีเขียวและสีแดงของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และนำสูตร T1 เปรียบเทียบความแตกต่างกับสูตร T8 จะพบว่าค่าความเป็นสีเขียวและสีแดงของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยหากพบว่าค่าสีที่วัดได้ค่อนข้างไปทางลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีเขียว แต่หากพบว่าค่าสีที่วัดได้ค่อนข้างไปทางบวก แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีแดง โดยจากผลการทดลองจะพบว่าค่าสีของสูตร T1 (ชุดควบคุม) กับสูตร T8 ที่มีสารเสริมซินไบโอติกชนิด XOS ปริมาณ 0.7% มีค่าติดลบ ซึ่งแสดงว่า สีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเป็นสีเขียว และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของสารเสริมซินไบโอติก จะส่งผลให้ค่าความเป็นสีเขียวของผลิตภัณฑ์ลดลงตาม ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของสารเสริมซินไบโอติกชนิด Inulin, FOS และ XOS มีลักษณะทางกายภาพเป็นผงสีขาวขุ่น เมื่อใช้ในปริมาณมากจะส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์มีความขาวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้ค่าความเป็นสีเขียวของผลิตภัณฑ์ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ค่าความเป็นสีเหลือง  $b^*$ (Yellowness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

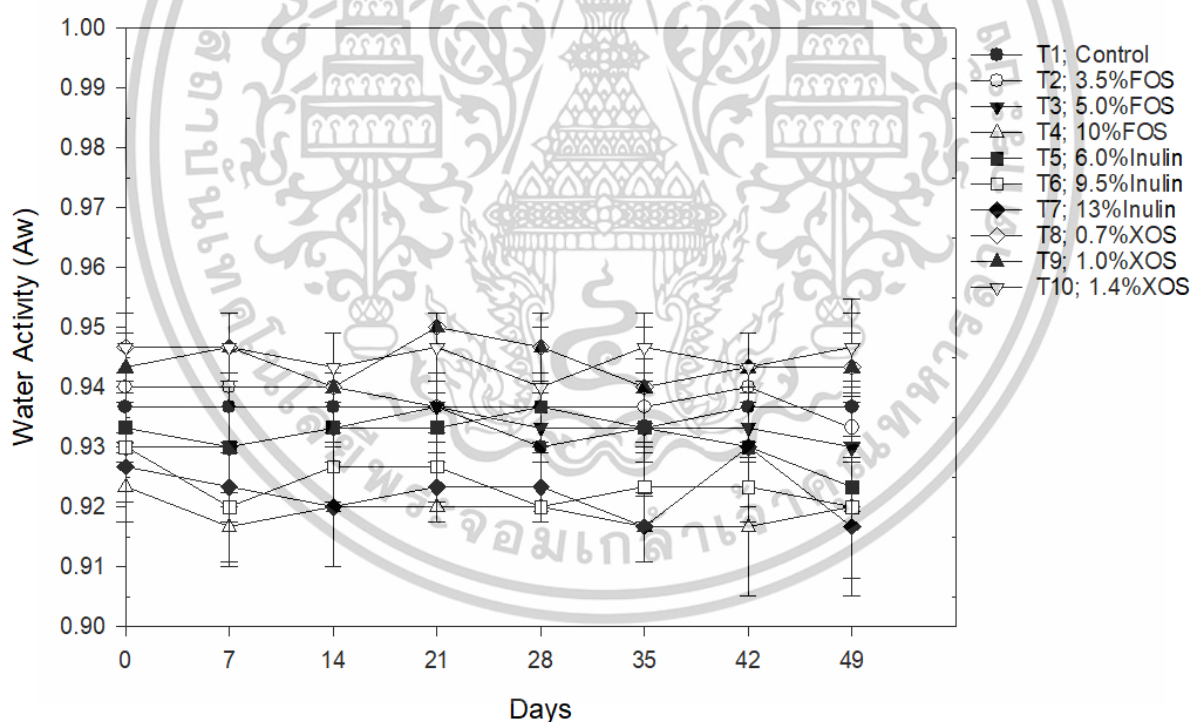
จากตารางที่ ค.1 และรูปที่ 4.6 ค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง  $b^*$  (Yellowness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T7 มีค่ามากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง อยู่ในช่วง 9.44–11.35 รองลงมา คือ สูตร T4 และ T6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T4 และ T6 พบว่าค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลืองอยู่ในช่วง 7.03–7.16 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T3 และ T5 พบว่าค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง อยู่ในช่วง 3.47–3.88 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T8, T9 และ T10 พบว่าค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลือง อยู่ในช่วง 0.26–0.51 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T1 และ T2 พบว่าค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลืองอยู่ในช่วง -0.29 ถึง -0.06 โดยหากพบว่าค่าสีที่วัดได้ค่อนข้างลบ แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีน้ำเงิน แต่หากพบว่าค่าสีที่วัดได้ค่อนข้างบวก แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีเหลือง โดยจากผลการทดลองจะพบว่าค่าสีของสูตร T7 ที่มีการเติมสารพรีไบโอติกชนิด Inulin ปริมาณ 13% มีค่าบวกมากที่สุด ซึ่งแสดงว่าสีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเหลืองมากที่สุด และเมื่อเทียบกับสูตร T1 (ชุดควบคุม) ที่มีค่าสีติดลบ สีของผลิตภัณฑ์จึงมีแนวโน้มออกเป็นสีน้ำเงิน จากข้อมูลทำให้สรุปได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของสารฟรีไบโอติก จะส่งผลให้ค่าความเป็นสีน้ำเงินของผลิตภัณฑ์ลดลงตามไปด้วย

#### 4.4 การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, $A_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity :  $A_w$ ) เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่า Water Activity เป็นปัจจัยที่บ่งชี้ถึงปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ได้ ดังนั้นอุตสาหกรรมอาหารจึงนิยมใช้ค่า Water Activity ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา แสดงในรูปที่ 4.7 และตารางที่ ค.2



รูปที่ 4.7 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity,  $A_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

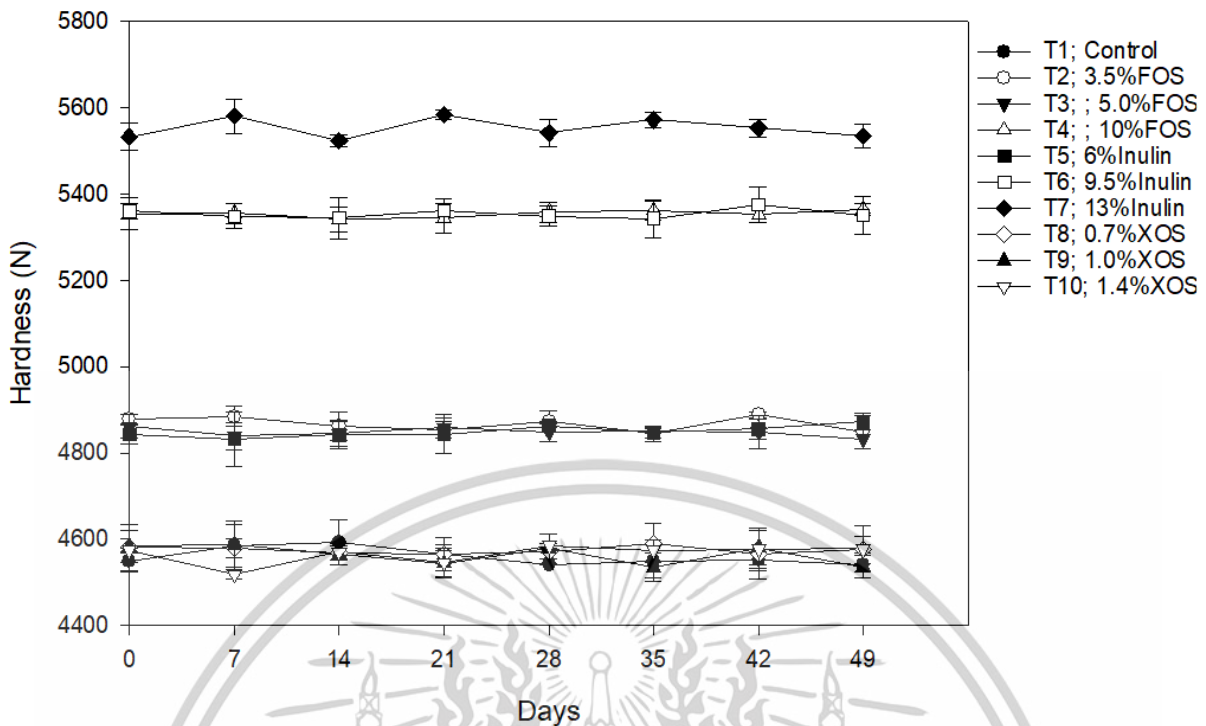
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ ค.2 และรูปที่ 4.7 ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T2, T8, T9 และ T10 มีค่า  $A_w$  สูงที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสูตร T4, T6 และ T7 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.93-0.94 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทั้ง 4 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รองลงมา คือ สูตร T1, T3 และ T5 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทั้ง 3 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.92-0.93 และสูตร T4, T6 และ T7 มีค่า  $A_w$  ต่ำที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.91-0.93 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทั้ง 3 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยจากผลการทดลองจะพบว่าแนวโน้มของค่า  $A_w$  ไม่ได้ลดลงมากนักเมื่อเทียบกับสูตรที่มีการเติมสารพรีไบโอติกในปริมาณที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Norhayati และคณะ (2013) ที่มีการเติมสาร inulin ในผลิตภัณฑ์ Prebiotic Dark Chocolate โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติม inulin มีค่า  $A_w$  ไม่แตกต่างจากสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยจากผลการทดลอง ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทุกสูตรมีค่าเกิน 0.9 จึงมีความเสี่ยงที่จะเสื่อมเสียจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้

#### 4.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา ด้วยเครื่อง Texture analyzer

เนื้อสัมผัส (texture) หมายถึง ลักษณะที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ด้วยการสัมผัส ผู้บริโภครับรู้เนื้อสัมผัสของอาหารได้ด้วยการสัมผัสด้วยมือ การสัมผัสด้วยฟัน เพดานปาก ลิ้น และการเคี้ยว การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (texture analysis) เป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาสมบัติเชิงวิศวกรรมของอาหาร ซึ่งหมายถึง การวัดเนื้อสัมผัส (texture measurement) และการแปลความหมายของค่าที่วัดได้เป็นค่าสมบัติทางเนื้อสัมผัส (texture properties) โดยจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา รายละเอียดผลการทดสอบดังแสดงผลในรูปที่ 4.8-4.12 และดังตารางที่ ค.3

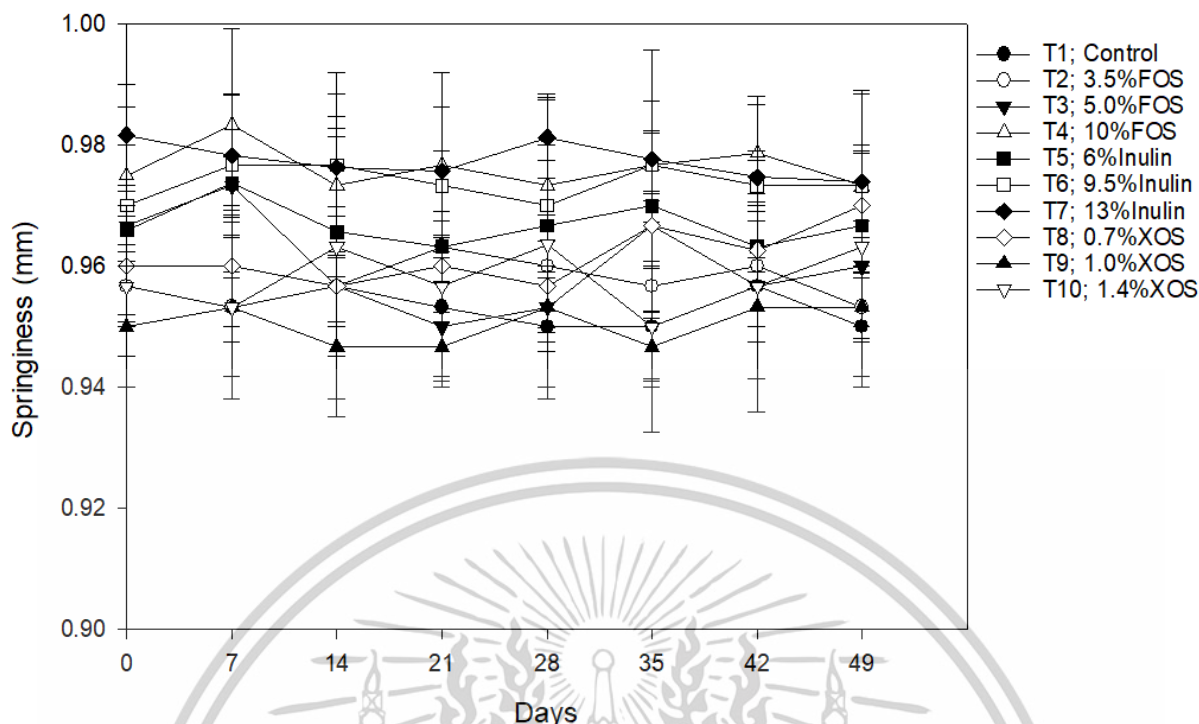
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ค่าความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

จากตารางที่ ค.3 และรูปที่ 4.8 ค่าความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T7 มีค่าความแข็งมากที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 5,532.57–5,583.61 รองลงมา คือ สูตร T4 และ T6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T4 และ T6 พบว่าค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 4,841.82–5,374.67 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T2, T3 และ T5 พบว่าค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 4,832.45–4,889.00 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T1 (ชุดควบคุม), T8, T9 และ T10 พบว่าค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 4,534.59–4,592.56 โดยค่าความแข็งบ่งชี้ถึงความสามารถในการคงตัวของผลิตภัณฑ์ เมื่อมีค่าความแข็งมาก จะทำให้ผู้บริโภคต้องใช้แรงในการบดเคี้ยวเพื่อให้ตัวอย่างเสียรูปเพิ่มมากขึ้น มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าปริมาณของสารพรีไบโอติกที่ใส่มีผลต่อค่าของความแข็งของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

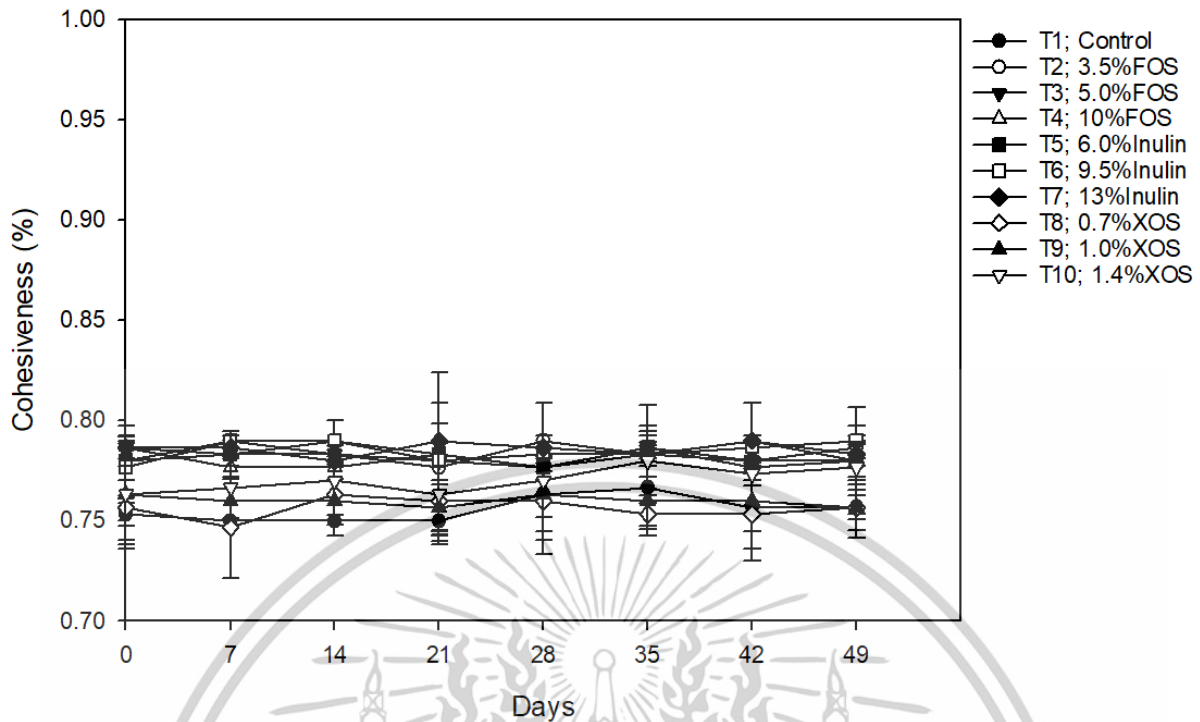
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

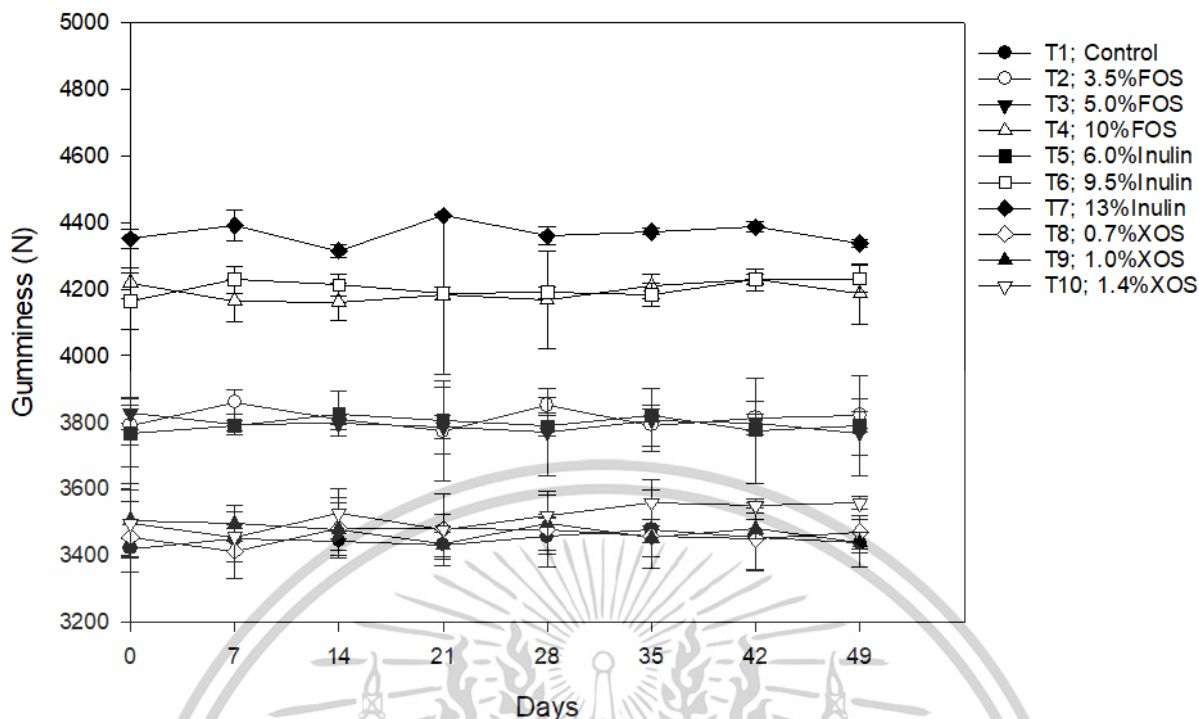
จากตารางที่ ค.3 และรูปที่ 4.9 ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T4, T5, T6 และ T7 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตรทั้ง 4 สูตรพบว่าค่าค่าความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความยืดหยุ่นอยู่ในช่วง 0.96-0.98 แต่เมื่อนำทั้ง 4 สูตรไปเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T1 (ชุดควบคุม), T2, T3, T8, T9 และ T10 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P>0.05$ ) โดยมีค่าความยืดหยุ่นอยู่ในช่วง 0.94-0.97 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T1 (ชุดควบคุม), T2, T3, T8, T9 และ T10 พบว่าค่าความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความยืดหยุ่นอยู่ในช่วง 0.94-0.97 ซึ่งค่าความยืดหยุ่น ใช้บ่งชี้ถึงความสามารถในการคืนรูปของวัสดุหลังจากการถูกกด มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก ระหว่างการเก็บรักษา

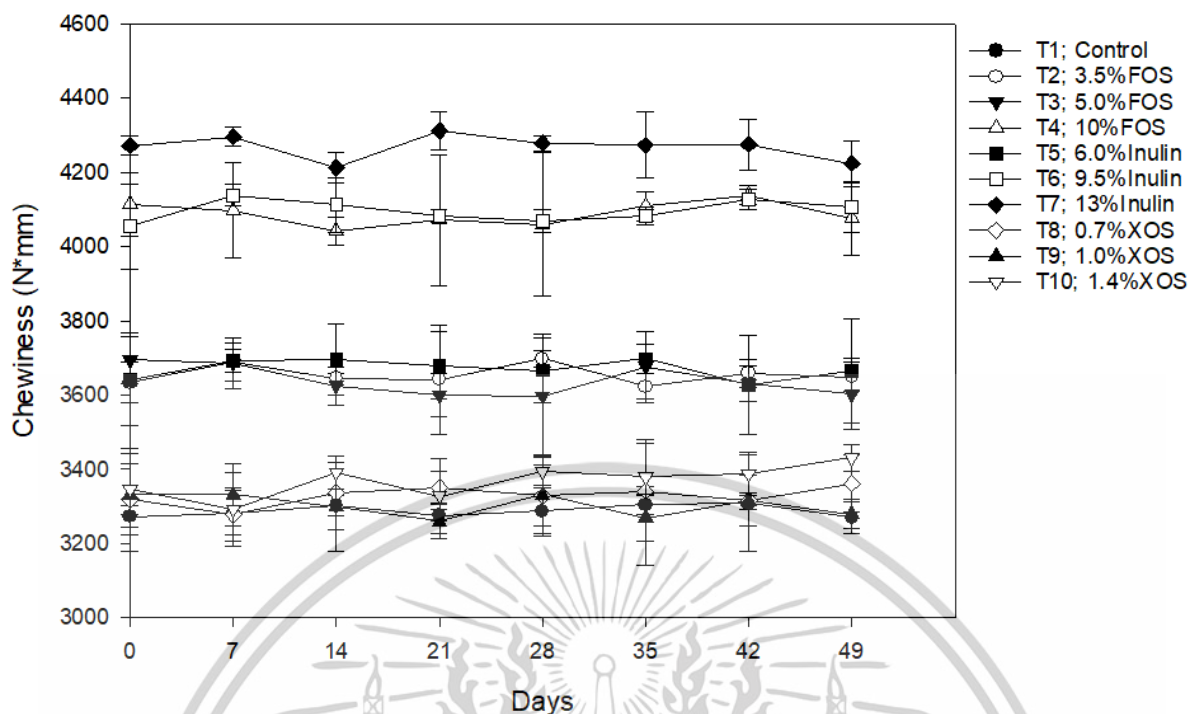
จากตารางที่ ค.3 และรูปที่ 4.10 ค่าความสามารถในเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T2, T3, T4, T5, T6 และ T7 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตรทั้ง 6 สูตรพบว่าค่าความสามารถในเกาะรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความสามารถในเกาะรวมตัวกันอยู่ในช่วง 0.77-0.79 แต่เมื่อนำทั้ง 6 สูตรมาเปรียบเทียบกับสูตร T1, T8, T9 และ T10 พบว่า มีความความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความสามารถในเกาะรวมตัวกันอยู่ในช่วง 0.75-0.77 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T1, T8, T9 และ T10 พบว่า ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยค่าความสามารถในเกาะรวมตัวกัน เป็นตัวบ่งชี้ความแข็งแรงของพันธะภายในที่เกิดขึ้นในชิ้นตัวอย่างแล้วทำให้ตัวอย่างทนต่อแรงที่มากกระทำก่อนที่ตัวอย่างจะแยกหรือขาดออกจากกัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)



รูปที่ 4.11 ค่าความเหนียว (Gumminess) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

จากตารางที่ ค.3 และรูปที่ 4.11 ค่าความเหนียว (Gumminess) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T7 มีค่ามากที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเหนียวอยู่ในช่วง 4,337.32-4,391.29 รองลงมา คือ สูตร T4 และ T6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T4 และ T6 พบว่าค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเหนียวอยู่ในช่วง 4,161.65-4,230.96 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T2, T3 และ T5 พบว่าค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความเหนียวอยู่ในช่วง 3,768.41-3,851.59 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T1 (ชุดควบคุม), T8, T9 และ T10 พบว่าค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่าความเหนียวอยู่ในช่วง 3,421.48-3,558.62 โดยค่าความเหนียวบ่งชี้ถึงแรงที่ต้องใช้ในการแยกตัวอย่างที่เป็นกึ่งของแข็งจนกระทั่งเสียรูป มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา

จากตารางที่ ค.3 และรูปที่ 4.12 ค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างการเก็บรักษา จากผลการทดลองพบว่า สูตร T7 มีค่ามากที่สุด ซึ่งมีค่าแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการทนต่อการเคี้ยวอยู่ในช่วง 4,212.83-4,311.86 รองลงมา คือ สูตร T4 และ T6 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T4 และ T6 พบว่าค่าการทนต่อการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการทนต่อการเคี้ยวอยู่ในช่วง 4,042.11- 4,137.98 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T2, T3 และ T5 พบว่าค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการทนต่อการเคี้ยวอยู่ในช่วง 3,603.07-3,697.29 และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตร T1 (ชุดควบคุม), T8, T9 และ T10 พบว่าค่าการทนต่อการเคี้ยวของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่าการทนต่อการเคี้ยวอยู่ในช่วง 3,269.17-3,430.54 โดยค่าการทนต่อการเคี้ยวบ่งชี้ถึงแรงที่ต้องใช้ในการเคี้ยวหรือบดตัวอย่างจนกระทั่งเสียรูป โดยเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะผสมของ Cohesiveness, Hardness และ Springiness ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการเคี้ยวบดตัวอย่างที่เป็นของแข็งในอัตราการเคี้ยวที่คงที่จนที่จะสามารถกลืนได้ มีหน่วยเป็นนิวตัน\*มิลลิเมตร (N\*mm)

โดยจากผลการเปลี่ยนแปลงในด้านความแข็ง (Hardness), ความยืดหยุ่น (Springiness), ความสามารถเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness), ความเหนียว (Gumminess) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพรวมพบว่ามีคุณสมบัติคล้ายกับงานวิจัยของ Di Criscio และคณะ (2010) ที่ได้ศึกษาถึงการเติม Inulin 3% ลงในตัวอย่างไอศกรีม ผลการทดสอบพบว่าเมื่อเติม Inulin 3% ไม่ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของไอศกรีมอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การเติม Inulin 6% จะทำให้ความแน่นของไอศกรีมเพิ่มขึ้นได้ 20 ถึง 30% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roberfroid (2000) ที่กล่าวไว้ว่า อินูลินมีคุณสมบัติทางเทคโนโลยีที่น่าสนใจในการนำมาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เพราะโครงสร้างโมเลกุลของอินูลิน โดยเฉพาะระดับของพอลิเมอร์ไรเซชัน ซึ่งเป็นส่วนกำหนดความสามารถในการละลายน้ำ ความหนืด ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และความสามารถในการสร้างเนื้อสัมผัสที่คล้ายครีม ด้วยคุณสมบัตินี้จึงมักนำอินูลินมาใช้ในการแปรรูปเป็นสารทดแทนไขมัน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้อาจเป็นส่วนเสริมให้ผลิตภัณฑ์บัวบกเสริมซินไบโอติกสูตรที่การเติม Inulin ในปริมาณสูงจะมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างเห็นได้ชัด

#### 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่มีปริมาณของเชื้อ LAB คงเหลือตลอดอายุการเก็บรักษามากที่สุด จำนวน 3 ลำดับ คือ สูตร 10% FOS, 13% Inulin และ 1.4% XOS โดยนำมาทดสอบโดยใช้ระบบ 5 point Hedonic Scale ให้ผู้ทดสอบชิมเพื่อประเมินความชอบในด้านต่างๆ ได้แก่ ความชอบในการรับประทานฝัก ความชอบในการรับประทานบัวบก/ผลิตภัณฑ์จากบัวบก ความชอบในสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสของแต่ละสูตร และความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์ กำหนดให้หมายเลข 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด, หมายเลข 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย, หมายเลข 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง, หมายเลข 4 หมายถึง พึงพอใจมาก และหมายเลข 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมเป็นบุคคลที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวนทั้งหมด 75 คน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1-4.3

ตารางที่ 4.1 อายุและความชอบในการรับประทานผักใบเขียว/บวบก/ผลิตภัณฑ์จากบวบกของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง

พฤติกรรม	ช่วงอายุ	จำนวน	พึงพอใจ	พึงพอใจ	พึงพอใจ	พึงพอใจ	พึงพอใจ
			น้อยที่สุด (คน)	น้อย (คน)	ปานกลาง (คน)	มาก (คน)	มากที่สุด (คน)
ความชอบใน การทานผักใบ เขียว	18-25 ปี	18	-	3	9	6	-
	26-30 ปี	30	2	6	14	6	2
	31-35 ปี	18	-	4	6	4	4
	36-40 ปี	5	-	-	2	2	1
	41-45 ปี	4	1	-	1	2	-
<b>ผลรวม</b>		75	3	13	32	20	7
<b>ร้อยละ</b>		100	4	17.33	42.67	26.67	9.33
ความชอบใน การทาน บวบก/ ผลิตภัณฑ์ จากบวบก	18-25 ปี	18	3	8	6	1	-
	26-30 ปี	30	12	9	8	1	-
	31-35 ปี	18	5	5	6	1	1
	36-40 ปี	5	-	3	1	1	-
	41-45 ปี	4	-	1	3	-	-
<b>ผลรวม</b>		75	20	26	24	4	1
<b>ร้อยละ</b>		100	26.67	34.67	32	5.33	1.33

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 75 คน ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บวบกเสริมซินไบโอติก โดยจากการตอบแบบสำรวจของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างด้านพฤติกรรมความชอบในการรับประทานผักใบเขียวของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการรับประทานผักใบเขียวในระดับปานกลาง ซึ่งมีจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 42.67 รองลงมาพึงพอใจในการรับประทานผักใบเขียวในระดับมาก จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67, พึงพอใจในการรับประทานผักใบเขียวในระดับน้อย จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 17.33, พึงพอใจในการรับประทานผักใบเขียวในระดับมากที่สุด จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 9.33 และพึงพอใจในการรับประทานผักใบเขียวในระดับน้อยที่สุด จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 4 ตามลำดับ และจากการตอบแบบสำรวจของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 75 คน ด้านพฤติกรรมความชอบในการรับประทานบวบก/ผลิตภัณฑ์จากบวบกของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการรับประทานบวบก/ผลิตภัณฑ์จากบวบกในระดับน้อย ซึ่งมีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 34.67 รองลงมาพึงพอใจในการรับประทานบวบก/ผลิตภัณฑ์จากบวบกในระดับปานกลาง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 32, พึงพอใจในการรับประทานบวบก/ผลิตภัณฑ์จากบวบกในระดับน้อยที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67, พึงพอใจในการรับประทานบวบก/ผลิตภัณฑ์จากบวบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระดับมาก จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 5.33 และพึงพอใจในการรับประทานบัวบก/ผลิตภัณฑ์จากบัวบก  
ในระดับมากที่สุด จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.33 ตามลำดับ โดยบัวบก มีกลิ่นเขียว มีรสขม และเผื่อน จึง  
อาจถือเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคนิยมรับประทานบัวบก/ผลิตภัณฑ์จากบัวบกน้อยกว่าผักใบเขียว

ตารางที่ 4.2 ความชอบในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกของผู้บริโภค

สูตร	ช่วงอายุ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
T4	18-25 ปี	3.72±0.75 <sup>a</sup>	3.33±0.59 <sup>a</sup>	3.28±0.58 <sup>a</sup>	3.78±0.65 <sup>a</sup>
	26-30 ปี	3.43±0.63 <sup>a</sup>	3.30±0.47 <sup>a</sup>	3.33±0.48 <sup>a</sup>	3.57±0.57 <sup>a</sup>
	31-35 ปี	3.89±0.76 <sup>a</sup>	3.67±0.77 <sup>a</sup>	3.78±0.65 <sup>a</sup>	3.72±0.75 <sup>a</sup>
	36-40 ปี	4.00±0.00 <sup>a</sup>	3.60±0.55 <sup>a</sup>	3.80±0.45 <sup>a</sup>	4.00±0.00 <sup>a</sup>
	41-45 ปี	4.00±0.82 <sup>a</sup>	3.75±0.96 <sup>a</sup>	3.50±1.00 <sup>a</sup>	3.50±0.58 <sup>a</sup>
เฉลี่ย		3.68±0.70	3.44±0.62	3.47±0.60	3.68±0.62
T7	18-25 ปี	4.00±1.02 <sup>a</sup>	3.33±0.69 <sup>a</sup>	3.39±0.61 <sup>a</sup>	3.56±0.51 <sup>a</sup>
	26-30 ปี	3.53±0.90 <sup>a</sup>	3.27±0.52 <sup>a</sup>	3.40±0.62 <sup>a</sup>	3.67±0.66 <sup>a</sup>
	31-35 ปี	3.89±1.02 <sup>a</sup>	3.61±0.78 <sup>a</sup>	3.56±0.78 <sup>a</sup>	3.50±0.79 <sup>a</sup>
	36-40 ปี	3.80±1.10 <sup>a</sup>	3.80±0.44 <sup>a</sup>	3.40±0.55 <sup>a</sup>	3.60±0.55 <sup>a</sup>
	41-45 ปี	4.00±1.20 <sup>a</sup>	3.50±1.00 <sup>a</sup>	3.75±1.00 <sup>a</sup>	3.75±0.96 <sup>a</sup>
เฉลี่ย		3.77±0.98	3.41±0.66	3.45±0.66	3.60±0.66
T10	18-25 ปี	3.56±0.62 <sup>a</sup>	3.28±0.46 <sup>a</sup>	3.22±0.43 <sup>a</sup>	4.06±0.80 <sup>a</sup>
	26-30 ปี	3.53±0.63 <sup>a</sup>	3.47±0.63 <sup>a</sup>	3.47±0.73 <sup>a</sup>	4.23±0.78 <sup>a</sup>
	31-35 ปี	3.67±0.84 <sup>a</sup>	3.67±0.77 <sup>a</sup>	3.72±0.75 <sup>a</sup>	4.06±0.80 <sup>a</sup>
	36-40 ปี	3.40±0.55 <sup>a</sup>	3.80±0.45 <sup>a</sup>	3.80±0.45 <sup>a</sup>	4.20±0.45 <sup>a</sup>
	41-45 ปี	3.50±1.00 <sup>a</sup>	3.25±0.50 <sup>a</sup>	3.75±1.00 <sup>a</sup>	4.25±0.96 <sup>a</sup>
เฉลี่ย		3.56±0.68	3.48±0.62	3.51±0.69	4.15±0.77

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 75 คน ในด้าน  
ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกของผู้บริโภค ทั้ง 3 สูตร พบว่า ในการประเมิน  
คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า สูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ สูตร T7 มีคะแนน  
เฉลี่ยอยู่ที่ 3.77±0.98 รองลงมาคือสูตร T4 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.68±0.82 และสูตรที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ  
สูตร T10 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56±0.68 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านความพึงพอใจในด้านสีของ  
ผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้ง 3 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ  
เชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในสีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับ  
ปานกลางถึงมาก ในการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ พบว่า สูตรที่มีคะแนน  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยสูงสุด คือ สูตร T10 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.48 \pm 0.62$  รองลงมาคือสูตร T4 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.44 \pm 0.62$  และสูตรที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ สูตร T7 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.41 \pm 0.66$  ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านความพึงพอใจในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้ง 3 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับปานกลาง ในการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ พบว่า สูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ สูตร T10 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.51 \pm 0.69$  รองลงมาคือสูตร T4 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.47 \pm 0.60$  และสูตรที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ สูตร T7 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.45 \pm 0.66$  ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านความพึงพอใจในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้ง 3 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับปานกลาง และในการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า สูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ สูตร T10 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $4.15 \pm 0.77$  รองลงมาคือสูตร T4 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.68 \pm 0.62$  และสูตรที่ได้คะแนนน้อยที่สุดคือ สูตร T7 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่  $3.60 \pm 0.66$  ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านความพึงพอใจในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้ง 3 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $P < 0.05$ ) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก

#### ตารางที่ 4.3 ความชอบของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างในภาพรวมต่อสูตรของกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ช่วงอายุ	จำนวน	T4	T7	T10
18-25 ปี	18	8	6	4
26-30 ปี	30	8	5	17
31-35 ปี	18	7	5	6
36-40 ปี	5	2	-	3
41-45 ปี	4	1	3	-
ผลรวม	75	26	19	30
ร้อยละ	100	34.67	25.33	40

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 75 คน ในด้านความพึงพอใจโดยรวมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกของผู้บริโภค ทั้ง 3 สูตร พบว่า สูตรที่มีผู้บริโภครอบมากที่สุด คือ สูตร T10 ซึ่งมีจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาคือ สูตร T4 ซึ่งมีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 34.67 และสูตรที่ผู้บริโภครอบน้อยที่สุด คือ T7 ซึ่งมีจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25.33 โดยสูตร T7 (13%Inulin) ที่ได้คะแนนน้อยที่สุด และสูตร T4 (10%FOS) ที่มีผู้บริโภคมองลงมา อาจเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะด้านเนื้อสัมผัสที่แข็ง และเหนียวมากกว่าสูตร T10 (1.4%XOS) จึงทำให้ผู้บริโภคต้องเพิ่มแรงในการบดเคี้ยวตัวอย่างมากขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตร T10 ที่จากผลการทดสอบด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture Analyzer พบว่ามีค่าความแข็ง ความสามารถในการรวมตัว ความเหนียว และการทนต่อการเคี้ยวน้อยกว่า ซึ่งทำให้ตัวอย่างมีความแข็งและความเหนียวน้อยกว่าทั้ง 2 สูตร เป็นสาเหตุให้ผู้บริโภคสามารถเคี้ยวได้ง่ายขึ้น และจากผลการทดลองสูตร T10 มีค่าความยืดหยุ่นไม่แตกต่างจากสูตร T4 และ T7 อย่างมีนัยสำคัญ จึงทำให้สูตร T10 ยังคงมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อผู้บริโภครับประทานจึงอาจรู้สึกถึงความนุ่มหนึบแต่ไม่แข็งของผลิตภัณฑ์ได้ดีมากยิ่งขึ้น

#### 4.7 ความคุ้มค่าในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก (บาท/กิโลกรัม)

ค่าใช้จ่าย	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
ค่าวัตถุดิบ คงที่	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0
ค่าวัตถุดิบ (พรีไบโอติก)	-	24.5	35.0	70.0	2.34	3.70	5.1	3.70	7.0	9.8
รวม	88.0	112.5	123.0	158.0	90.3	91.7	93.1	91.7	95.0	97.8

จากตารางที่ 4.4 ต้นทุนในการผลิตกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก (บาท/กิโลกรัม) จากข้อมูลพบว่าค่าวัตถุดิบคงที่มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 88.0 บาท/กก. และมีค่าวัตถุดิบพรีไบโอติกที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณที่ใช้ในแต่ละสูตร ซึ่งจากข้อมูลจะพบว่าสูตรที่มีปริมาณคงเหลือของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์มากที่สุด 3 ลำดับแรกในสูตร T4 (10%FOS) จะมีต้นทุนอยู่ที่ 158 บาท/กก. สูตร T7 (13%Inulin) จะมีต้นทุนอยู่ที่ 93.1 บาท/กก. และสูตร T10 (1.4%XOS) จะมีต้นทุนอยู่ที่ 97.8 บาท/กก. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความชอบของผู้บริโภค จะพบว่าสูตร T10 เหมาะสมที่จะเลือกนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่เสริมซินไบโอติกมากกว่าสูตร T4 และ T7 เนื่องจากผู้บริโภคมองลงมาที่สุด และมีต้นทุนอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับสูตร T4 และ T7 สูตร T10 จึงมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการนำสมุนไพรบัวบกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก โดยมีการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับกฎหมายและความต้องการของผู้บริโภค โดยศึกษาหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในผลิตภัณฑ์ ศึกษาหาปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ตลอดการเก็บรักษา โดยวัดจากปริมาณเชื้อ LAB (Lactic Acid Bacteria) ที่คงเหลือในผลิตภัณฑ์ และการควบคุมปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด และควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาถึงผลกระทบของสารพรีไบโอติกที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสี (Color) การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (Texture analysis) และการวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity,  $A_w$ ) ของตัวอย่างกัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยทำการเก็บข้อมูลดังกล่าวทุกๆ 7 วัน เพื่อวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลง จากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกสูตรที่ศึกษาแล้วพบว่ามีปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกคงเหลือมากที่สุด 3 ลำดับมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Sensory Test) โดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 75 คน จากผลการทดสอบพบว่า

1. ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของเชื้อ LAB ซึ่งมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดในวันที่ 28-49 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
2. ปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยวัดจากปริมาณเชื้อ LAB (Lactic Acid Bacteria) ที่คงเหลือเทียบกับสูตรควบคุม จากผลการทดลองพบว่าเมื่ออัตราส่วนของสารพรีไบโอติกเพิ่มขึ้น มีส่วนทำให้ปริมาณของเชื้อ LAB เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจากการทดลองสูตรที่ส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกตลอดการเก็บรักษา คือ 13%Inulin, 10%FOS และ 1.4%XOS ตามลำดับ
3. การควบคุมปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด อ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 346 ปี 2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ 2) ที่กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมโพรไบโอติกต้องมีปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกคงเหลือตลอดอายุการจัดเก็บรักษาไม่ต่ำกว่า  $10^6$  CFU/g จากการทดลองพบว่ากัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกทั้ง 9 สูตร สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 49 วัน (7 สัปดาห์) เมื่อเทียบกับสูตร T1 ที่เป็นชุดควบคุม
4. การศึกษาถึงผลกระทบของสารพรีไบโอติกที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพสี (Color) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก จากการผลการทดลองพบว่า ในทุกสูตรของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บับกเสริมซินไบโอติก เมื่อมีอัตราส่วนของสารพรีไบโอติกเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าความสว่าง  $L^*$  (Lightness) ของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น แต่ค่าความเป็นสีแดง  $a^*$  (Redness) และค่าความเป็นสีน้ำเงิน  $b^*$  (Yellowness) ลดลง

5. การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส (Texture analysis) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บับกเสริมซินไบโอติก จากการผลการทดลองพบว่า สูตร T7 (13%Inulin) มีค่าความแข็ง (Hardness) มากที่สุด ในสูตร T4 (10%FOS), T5 (6.0%Inulin), T6 (9.5%Inulin) และ T7 (13%Inulin) มีความยืดหยุ่นสูง และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตรทั้ง 4 สูตรพบว่ามีความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน และเมื่อนำทั้ง 4 สูตรไปเปรียบเทียบกับความแตกต่างกับสูตรอื่น พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่าสารพรีไบโอติกไม่มีผลต่อความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ และในสูตร T2 (3.5%FOS), T3 (5.0%FOS), T4 (10%FOS), T5 (6.0%Inulin), T6 (9.5%Inulin) และ T7 (13%Inulin) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตรทั้ง 6 สูตรพบว่ามีความสามารถในการรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์ไม่ต่างกัน แต่เมื่อนำทั้ง 6 สูตรมาเปรียบเทียบกับสูตรอื่น พบว่า ทั้ง 6 สูตรมีความสามารถในการรวมตัวกันที่ดีกว่า และในสูตร T7 (13%Inulin) มีค่าความเหนียว (Gumminess) และมีค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) มากที่สุด

6. การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity,  $A_w$ ) ของตัวอย่างกัมมีเยลลี่บับกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าตลอดการเก็บรักษา สูตร T2 (3.5%FOS), T8 (0.7%XOS), T9 (1.0%XOS) และ T10 (1.4%XOS) มีค่า  $A_w$  สูงที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสูตร T4 (10%FOS), T6 (9.5%Inulin) และ T7 (13%Inulin) อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.92-0.93 และสูตร T4 (10%FOS), T6 (9.5%Inulin) และ T7 (13%Inulin) มีค่า  $A_w$  ต่ำที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.91-0.93 โดยค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บับกเสริมซินไบโอติกทุกสูตรมีค่าเกิน 0.9 จึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดการเสื่อมเสียจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ จึงสามารถสรุปได้ว่าสารพรีไบโอติกที่ใช้ไม่มีส่วนช่วยในการลด  $A_w$  ในผลิตภัณฑ์ให้ต่ำกว่า 0.9 ได้

7. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 75 คน ด้านพฤติกรรมการชอบในการรับประทานผักใบเขียว พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่พึงพอใจในการรับประทานผักใบเขียวในระดับปานกลาง และด้านพฤติกรรมการชอบในการรับประทานบับก/ผลิตภัณฑ์จากบับก พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่พึงพอใจในการรับประทานบับก/ผลิตภัณฑ์จากบับกในระดับน้อย และในด้านความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร คุณภาพด้านประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า สูตร T7 (13%Inulin) ที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด โดยผู้บริโภคพึงพอใจในสีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร พบว่าสูตร T10 (1.4%XOS) มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด โดยผู้บริโภคพึงพอใจในกลิ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับปานกลาง ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ พบว่า สูตร T10 (1.4%XOS) มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในรสชาติของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับปานกลาง ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า สูตร T10 (1.4%XOS) มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ผู้บริโภคพึงพอใจในเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก และความพึงพอใจโดยรวมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บับกเสริมซินไบโอติกของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้บริโภครวมทั้ง 3 สูตร พบว่า สูตรที่มีผู้บริโภคชอบมากที่สุด คือ สูตร T10 (1.4%XOS) และสูตร T10 (1.4%XOS) มีความคุ้มค่าในการผลิตมากที่สุด เนื่องจากผู้บริโภครวมทั้งมีความชอบมากที่สุด และมีต้นทุนอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับสูตร T4 และ T7

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 ปริมาณฟองอากาศที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตกัมมี่เยลลี่บับเบิ้ลเสริมซินไบโอติก หากพบว่าปริมาณฟองเยอะ อาจจะมีผลทำให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์เบี่ยงเบนไปจากค่าสีจริงของผลิตภัณฑ์ได้
- 5.2.2 ควรมีการศึกษาอายุการจัดเก็บรักษาและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ในสภาวะการจัดเก็บที่อุณหภูมิห้อง เพื่อหาวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่สะดวกกับผู้บริโภค
- 5.2.3 ศึกษาชนิดของวัตถุดิบเสริมชนิดอื่นเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นส่วนผสมที่อาจจะมีส่วนทำให้ ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์นั้นต่ำกว่า 0.9 เพื่อเพิ่มปัจจัยสำคัญในการยืดอายุของสินค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กัญเกษม ศักดิ์นิมิต. (2550). สารสกัดพรีไบโอติกจากพืชที่รับประทานได้ของไทย. สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กัญญรัตน์ กัญญาคำ. (2558). พรีไบโอติกและโปรไบโอติก. ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ปีที่ 45 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2558.
- กัญญรัตน์ กัญญาคำ. (2560). โปรไบโอติกในอุตสาหกรรมอาหาร. ฝ่ายจุลชีววิทยาประยุกต์. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ปีที่ 47 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2560.
- กิตติศักดิ์ ธรรมพิทักษ์. (2563). การผลิตไอศกรีมมัลเบอร์รี่ไขมันต่ำเสริมซินไบโอติก. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 339) พ.ศ.2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร
- กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 346) พ.ศ.2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ 2)
- กรมวิชาการเกษตร. (2543). เยลลี่มะม่วง. วารสารสถาบันอาหาร ปี 2543; 3(14): 41-42.
- กุลพร พุทธิมี, จิรพร สวัสดิการ และศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่หนามแดง. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
- ไกลกว่า วุฒิเสน. (2562). การเพิ่มการรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในน้ำสับประรดโดยวิธีการห่อหุ้มด้วยแอลจิเนต. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 57.
- กองการแพทย์ทางเลือก. (2564). เรื่องพืชสมุนไพรเศรษฐกิจสู่มาตรฐานการทำยา. กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. กระทรวงสาธารณสุข.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2540). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันทร์พร ทองเอกแก้ว. (2556). บัวยก: สมุนไพรมากคุณประโยชน์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2556.
- ชยาภรณ์ วงศ์ศิริเดชชัย. (2560). สมบัติการเป็นพรีไบโอติกของโอลิโกแซกคาไรด์ที่ผลิตจากกากกาแฟด้วยแมนนานเนสจาก *Bacillus sp. GA2(1)*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

- ชุตติกาญจน์ ไชยปานอนันต์, ญัฐกานต์ น้ำจันทร์ และ ศวิตา ฝโลทัยวรา. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เสริมเวย์โปรตีนกลิ่นรสอู่น. ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
- ชญญรัตน์ ทวีนุต. (2550). คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเครื่องดื่มบัวบกผงที่เตรียมโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- นิธิยา รัตนาปนนท์. (2544). หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นราธิป ปุณเกษม. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่สมุนไพรไทยแคลอรีต่ำ: ชิง. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- ณัชชากร วรสาร, นภักดิ์ ใจภักดี, เอกพล ลิ้มพงษา. (2560). การเตรียมและประเมินผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของกลูโคแมนแนน. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับนานาชาติ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ทรงพล ชีวะพัฒน์, จารีย์ บันสิทธิ์, ปราณี ขวลิตรจารย์, ทรงพล ผดุงพัฒน์, เอมมนัส อัดตวิชัย, สมเกียรติ ปัญญาเมือง, ธิรัตน์ บุณรอด และจิราณู มิ่งเมือง. (2547). การศึกษาความเป็นพิษของสมุนไพรบัวบก. วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก.
- พงศ์สุระ ัญญเจริญอนุกุล และ อรวีลภ อภิถัมภานนท์. (2565). การพัฒนาโยเกิร์ตซินไบโอติกโดยเยลลี่แก่นตะวัน. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน และ มยุรา ศรีกัลยานุกุล. (2556). การเพิ่มมูลค่าถั่วเหลืองและถั่วเขียวผิวมันโดยใช้ผลิตภัณฑ์เป็นไอศกรีมซินไบโอติก. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- พนิตดา ภาคภูมิ, ปาริสหิ์ เฉลิชัยวัฒน์ และ ศรชัย สิ้นสุวรรณ. (2561). การใช้อินนูลินเพื่อเป็นสารทดแทนไขมันในน้ำสลัด. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56. สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิธิยา รัตนาปนนท์. Texture properties. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com/> (เข้าถึงเมื่อ 25 กันยายน 2567)
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, นิธิยา รัตนาปนนท์. Inulin / อินนูลิน [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ: Food Network Solution Co., Ltd.; [สืบค้นเมื่อวันที่ 24 ต.ค. 2567]. จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2068/>.
- พืชสมุนไพรเศรษฐกิจ สู่มาตรฐานการทำยา. (2564). กองการแพทย์ทางเลือก. กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. กระทรวงสาธารณสุข.
- ปริญพงศ์ กิจนิตยชีวี. (2564). สรรพคุณยาของบัวบกในการรักษาโรคความดันโลหิตสูง. คณะแพทยศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร. จ.พิษณุโลก.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. ฉบับที่ 520 พ.ศ. (2547). เยลลี่แห้ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัชนี พุทธา. (2560). มารูจักอินนูลิน (inulin) ในบทบาทพรีไบโอติก (prebiotic) กันเถอะ. บทความวิชาการ คณะ เทคโนโลยีการเกษตร 2 (1).

วิจิตรา แดงปรก. (2553). การใช้อินนูลินเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันต่ำ. วารสารอาหาร 40(1): 37-40.

วีไล รังสาดทอง. (2543). เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด.

วรรณคล เข้มมงคล. (2556). ประโยชน์ของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารทางกายแพทย์. นิพนธ์ปริทัศน์. สาขาวิชาเภสัชกรรมคลินิก. คณะเภสัชศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิมาภรณ์ มีแสง, ไพศาล วุฒิจา นงค์, รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, สมุนรัตน์ ชื่นพุฒิ. (2546). ผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และกรดซิตริก ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41; 3-7 กุมภาพันธ์. กรุงเทพฯ.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง, สิริ ชัยเสรี. (2539). ลูกกวาดและช็อกโกแลต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2550). สมุนไพรน่ารู้ (3) บัวบก.

กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

สุนทรี่ สมแสง. (2550). การเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของลิ้นจี่ (พันธุ์กวางเจา) ที่ถนอมด้วยที่ความดันสูงและความร้อน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

สุวรรณา สุภิมารส. (2543). เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์

ส่วนประกอบที่ให้อาหารได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด (Positive lists 2). (2566). บัญชีรายชื่อส่วนประกอบที่อนุญาตให้อาหารประเภทเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ยกเว้นเครื่องดื่มที่ผสมกาแฟ) และกาแฟ. กองอาหาร. กระทรวงสาธารณสุข.

Adami A, Cavazzoni V. (1999). Occurrence of selected bacterial groups in the faeces of piglets fed with *Bacillus coagulans* as probiotic. *J Basic Microbiol*; 39:3-9.

Axelsson. (1993). L."Lactic acid bacteria: classification and physiology" In *Lactic acid bacteria*. S. Salminen and A. Von. p. 1-3. New York: Marcel Dekker Inc.

Adorni, G., Bianchi, D. and Cagnoni, S. (1998). Ham quality control by means of fuzzy decision trees: A case study. *Fuzzy systems proceeding IEEE world congress on computational intelligence*. 2: 1583-1588

BAM. *Bacteriological Analytical Manual*. (2001). Chapter 3: Aerobic Plate Count January 2001 Edition

Bergey D. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. (1993). 9th ed. Baltimore, MD: The Williams and Wilkens Company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bonte F, Dumas M, Chaudagne C, Meybeck A. (1994). Influence of asiatic acid, madecassic acid and asiaticoside on human collagen synthesis. *Planta Med* 1994; 60 :133-135.
- Bovee-Oudenhoven, I.M.J., et al. (2003). Dietary fructo-oligosaccharides and lactulose inhibit intestinal colonization of *Salmonella* in rats. *Journal of Nutrition*, 133(6), 1433-1438.)
- Boutron-Ruault, M.C.; Marteau, P.; Lavergne-Slove, A.; Myara, A.; Gerhardt, M.F.; Franchisseur, C.; Bornet, F. (2005). Effects of a 3-mo consumption of short-chain fructo-oligosaccharides on parameters of colorectal carcinogenesis in patients with or without small or large colorectal adenomas. *Nutr. Cancer* 2005, 53, 160–168
- Caplice, E. and Fitzgerald, G. F. (1999). "Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation". *International Journal of Food Microbiology*. 50 (Issues 1-2): 131-149; September, 1999.
- Chandra RK. (2002). Effect of *Lactobacillus* on the incidence and severity of acute rotavirus diarrhea in infants. A prospective, placebo-controlled double-blind study. *Nutr Res* 2002; 22:65-69.
- Cheng, C.L., Guo, J.S., Luk, J. and Koo, M.W.L. (2004). The healing effects of *Centella* extract and asiaticoside on acetic acid induced gastric ulcers in rats. *Life Sciences*, 74: 2237-2249.
- Costabile, A.; Kolida, S.; Klinder, A.; Gietl, E.; Bauerlein, M.; Frohburg, C.; Landschutze, V.; Gibson, G.R. (2010). A double-blind, placebo-controlled, cross-over study to establish the bifidogenic effect of a very-long chain inulin extracted from globe artichoke (*Cynara scolymus*) in healthy subjects. *Br. J. Nutr.* 2010, 104, 1007–1017.
- Cummings, J.H.; Christie, S.; Cole, T.J. (2001). A study of fructo oligosaccharides in the prevention of travellers' diarrhoea. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2001, 15, 1139–1145.
- Devereux, H.M., G.P. Jones., L. McCormack and W.C. Hunter. (2003). Consumer Acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. *Journal of Food Science* 68: 1850-1854.
- Den Hond, E., Geypens, B., & Ghoois, Y. (2000). Effect of high performance chicory inulin on constipation. *Nutrition Research*, 20(5), 731–736.
- Di Criscio T, Fratianni A, Mignogna R, Cinquanta L, Coppola R, Sorrentino E, Panfili G. (2010). Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. *J Dairy Sci* 93:4555–4564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Dutta P, Mitra U, Dutta S, et al. (2011). Randomised controlled clinical trial of *Lactobacillus sporogenes* (*Bacillus coagulans*), used as a probiotic in clinical practice, on acute watery diarrhea in children. *Trop Med Int Health* 2011; 16:555-561.
- Edwards WP. (2000). *The Science of Sugar Confectionery*. Royal Society of Chemistry, England.
- Endres JR, Clewell A, Jade KA, et al. (2009). Safety assessment of a proprietary preparation of a novel probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient. *Food Chem Toxicol* 2009; 47:1231-1238.
- Franck A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *Br J Nutr.* 2002 May; 87 Suppl 2:S287-91. doi: 10.1079/BJNBJN/2002550. PMID: 12088531.
- Fook, J. L., Fuller, R. and Gidson, R.G. (1999). Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. *International Dairy Journal.* 9: 53-61
- Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition,* 125, 1401–1412.
- Gibson, G.R. (2004). Prebiotic. *Journal of Gastroenterology Supplement.* 18: 287-298.
- Glicksman, M. (1969). *Gum Technology in Food Industry*. Academic Press, New York.
- Guggisberg, D., J. Cuthbert-Steven., P. Piccinali., U. Butikofer and P. Eberhard. (2009). Rheological microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal* 19: 107-115.
- Jian-xian, Zheng., Hai-xia, Zhu., and Zhi-juan, Rao. (2004). Functional oligosaccharide. 181-182.
- Jing Zhang, Shaobin Gu, Tianrong Zhang, Ying Wu, Jinliang Ma, Lina Zhao, Xin Li, Jie Zhang., (2022). Characterization and antibacterial modes of action of bacteriocins from *Bacillus coagulans* CGMCC 9951 against *Listeria monocytogenes*. *LWT - Food Science and Technology.* 160 (2022). 113272
- Konikoff, M.R.; Denson, L.A. (2006). Role of fecal calprotectin as a biomarker of intestinal inflammation in inflammatory bowel disease. *Inflamm. Bowel. Dis.* 2006, 12, 524–534.
- Lee, M.K., Kim, S.R., Sung, S.H., Lim, D. and Kim, H. (2000). Asiatic acid derivatives protect cultured cortical neurons from glutamate-induced excitotoxicity. *Research Communications in Molecular Pathology & Pharmacology,* 108: 75- 86.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- León, K., Mery, D., Pedreschi, F., and Leon, J. (2006). Color measurement in La<sup>2</sup> for units from RGB digital images. *Food Research International*. 39(10): 1084-1691
- Lopez, H.W., Coudray, C., Levrat-Verny, M.A., Coudray, F.C., Demigne, C. and Reesy, C. (2000). Fructooligosaccharide enhance mineral absorption and counteract the deleterious effects of phytic acid on mineral homeostasis in rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 11: 500-508.
- Majeed M, Prakash L. *Lactospore*. (1998). *The Effective Probiotic*. Piscataway, NJ: NutriScience Publishers, Inc.
- Mandel DR, Eichas K, Holmes J. (2010). *Bacillus coagulans*: a viable adjunct therapy for relieving symptoms of rheumatoid arthritis according to a randomized, controlled trial. *BMC Complement Altern Med*. 2010; 10:1.
- Marquart, F.X., Bellon, G., Gillery, P., Wegrowski, Y. and Borel, J.P. (1990). Stimulation of collagen synthesis in fibroblast cultures by a triterpene extracted from. *Connective Tissue Research*, 24: 107-120.
- Mathur SN, et al. (1970). Sporlac therapy in treatment of *aphthous stomatitis*. *Uttar Pradesh State Dent J* 1970 ;11:7-12. Cited in: Majeed M, Prakash L. *Lactospore®: The Effective Probiotic*. Piscataway, NJ: NutriScience Publishers, Inc.; 1998.
- Mendoza, F., Deymek and Aguilera, J.M. (2006). Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. *Post harvest Biology and Technology*. 41(3): 285-295
- Nazzaro F., Fratianni F., Sada A. and Orlando P. (2008). Synbiotic potential of carrot juice supplemented with *Lactobacillus* spp. and inulin or fructooligosaccharides. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Norhayati H. & Rasma, Suzielawani & Ayob, Mohd. (2013). Effect of storage conditions on quality of prebiotic dark chocolate. *Malaysian journal of nutrition*. 19. 111-9.
- Oliveira, R. P. de S., Perego, P., Oliveira, M. N. de, & Converti, A. (2011). Effect of inulin as prebiotic and synbiotic interactions between probiotics to improve fermented milk firmness. *Journal of Food Engineering*, 107(1), 36-40.
- Palframan RJ, Gibson GR, Rastall RA. (2003). Carbohydrate preferences of bifidobacterium species isolated from the human gut. *Curr Issues Intest Microbiol*. 4:71-5. PMID: 14503691
- Park, B.C., Bosir, K.O., Lee, E.S., Lee, Y.S. and Kim, J.A. (2005). Asiatic acid induces apoptosis in SK-MEL-2 human melanoma cells. *Cancer Letters*, 218: 81- 90.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Roberfroid, M. B. (2000). Prebiotics and probiotics: are they functional foods? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6), 1682S–1687S.
- Saavedra, J. M., Bauman, N. A., Oung, I., Perman, J. A., Yolken, R. H. (1994). Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in-hospital for prevention of diarrhea and shedding of rotavirus. *Lancet.*, 344, 1046-1049.
- Salout A. (2003). Effects of asiaticoside on cognitive deficits induced by  $\beta$ -amyloid protein in mice. Thesis. Chulalongkorn University.
- Sari FN, Dizdar EA, Oguz S, et al. (2011). Oral probiotics: *Lactobacillus sporogenes* for prevention of necrotizing enterocolitis in very low-birth weight infants: a randomized, controlled trial. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65:434-439.
- Scholz, R., Vater, J., Budiharjo, A., Wang, Z. Y., He, Y. Q., Dietel, K., et al. (2014). Amylocyclin, a novel circular bacteriocin produced by *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42. *Journal of Bacteriology*, 196(10), 1842–1852.
- Sharma JK, Kapoor KK, Mukhija RD. (1980). Clinical trial of Sporlac in the treatment of recurrent aphthous ulceration. *Uttar Pradesh State Dent J* 1980; 11:7-12.
- Shirodkar NV, Sankholkar PC, Ghosh S, Nulkar SM. (1980). Multi-centre clinical assessment of Myconip vaginal tablets in non-specific vaginitis. *Indian Pract* 1980; 33:207-210.
- Shukla, A., Rasik, A.M., Jain, G.K., Shankar, R., Kulshrestha, D.K. and Dhawan, B.N. (1999). In vitro and in vivo wound healing activity of asiaticoside isolated from *Centella asiatica*. *Journal of Ethnopharmacology*, 65: 1-11.
- Slavin, J. (2013). Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.)
- Smirnov VV, Reznik SR, V'unitskaia VA, et al. (1995). The effect of the complex probiotic Sporolact on the intestinal microbiocenosis of warm-blooded animals. *Mikrobiol Z* 1995; 57:42-49. [Article in Russian]
- Supawantanokul, S. (2003). Effects of asiaticoside on low potassium medium induced cell death in cultured rat cerebellar granule neurons. Thesis. Chulalongkorn University.
- Szeszniak and Kramer. (1973). *Texture Measurement of food*. D. Reidel Publishing Company, Holland.
- Valls C, Pastor FJ, Vidal T, Roncero MB, Díaz P, Martínez J, et al. (2018). Antioxidant activity of xylooligosaccharides produced from glucuronoxylan by Xyn10A and Xyn30D xylanases and eucalyptus autohydrolysates. *Carbohydr Polym.* 194:43–50.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

doi: 10.1016/j.carbpol.2018.04.028

- Van Loo J, Coussement P, de Leenheer L, Hoebregs H & Smits G. (1995). On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the Western diet. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 35, 525–552.
- Wang, X. & Gibson, G. R. (1993). Effects of the in vitro fermentation of oligofructose and inulin by bacteria growing in the human large intestine. *J. Appl. Bacteriol.* 75: 373-380.
- Wang, X.S., Liu, L. and Fang, J.N. (2005). Immunological activities and structure of pectin from *Centella asiatica*. *Carbohydrate Polymer*, 60: 95-101.
- Wei L, Yan T, Wu Y, Chen H, Zhang B. (2018). Optimization of alkaline extraction of hemicellulose from sweet sorghum bagasse and its direct application for the production of acidic xylooligosaccharides by bacillus subtilis strain MR44. *PLoS ONE*. (2018) 13:e0195616. doi: 10.1371/journal.pone.0195616
- WHO. (1999). *Herba centellae*. In: WHO monographs on selected medicinal plants Vol. 1.; p.77-85.
- Winton, A.L. and K.B. Winton. (1949). *The Structure and Composition of Foods*. vol. 3. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Uddin, A. M., Akter, S., Ferdous, M., Haidar, B., Amin, A., Shofiul Islam Motta, A. H. M., et al. (2021). A plant endophyte *Staphylococcus hominis* strain MBL\_AB63 produces a novel lantibiotic, homicorcin and a position one variant. *Science Reports*, 11(1), 11211.
- Yamashita K, Kawai K & Itakura M. (1984). Effects of fructo oligosaccharides on blood glucose and serum lipids in diabetic subjects. *Nutr Res* 4, 961–966.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

#### ก.1 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) (Difco, USA)

Pancreatic Digest of Casein	5	g
Yeast extract	25	g
Dextrose	1	g
Agar	15	g
น้ำกลั่น	1	L
Final pH	7.0±0.2	

ชั่ง Plate Count Agar 23.5 g ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ให้ความร้อนและคนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

#### ก.2 สูตรน้ำยาเจือจาง Peptone water 0.1 เปอร์เซนต์

Peptone	1	g
น้ำกลั่น	1	L

ชั่ง Peptone water 1 g ในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

## ภาคผนวก ข

### ผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ตารางที่ ข.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count: TPC) ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สูตร	จำนวนเชื้อ TBC (log CFU/g)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
T1	7.34	6.99	6.95	6.75	6.71	6.62	6.19	5.93
T2	7.25	7.09	6.95	6.73	6.73	6.68	6.48	6.27
T3	7.28	7.07	7.03	6.77	6.74	6.70	6.41	6.23
T4	7.40	7.21	7.19	7.23	6.94	6.88	6.78	6.60
T5	7.27	7.17	7.09	6.95	6.93	6.82	6.71	6.49
T6	7.36	7.14	7.10	6.94	6.80	6.81	6.64	6.54
T7	7.49	7.30	7.25	7.21	7.00	6.93	6.86	6.72
T8	7.26	7.13	7.05	6.90	6.75	6.71	6.49	6.31
T9	7.28	7.02	7.09	6.86	6.78	6.77	6.59	6.47
T10	7.37	7.17	7.12	7.07	6.82	6.85	6.78	6.57

ตารางที่ ข.2 การศึกษาปริมาณของสารพรีไบโอติกที่มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของเชื้อ Lactic Acid Bacteria (LAB) ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

สูตร	จำนวนเชื้อ LAB (log CFU/g)							
	0	7	0	21	0	35	0	49
T1	8.12	7.74	7.64	7.23	7.13	6.98	6.69	5.98
T2	8.14	0.85	1.15	1.32	1.45	1.54	1.62	1.69
T3	8.12	7.74	7.64	7.23	7.13	6.98	6.69	5.98
T4	8.14	7.52	7.51	7.42	7.31	7.20	7.16	6.42
T5	8.03	7.93	7.70	7.36	7.45	7.33	7.24	6.51
T6	8.06	7.98	7.69	7.80	7.50	7.47	7.42	6.97
T7	8.16	7.58	7.51	7.22	7.15	7.02	6.98	6.54
T8	8.08	7.62	7.52	7.53	7.45	7.22	7.08	6.73
T9	8.03	7.94	7.94	7.80	7.50	7.43	7.35	7.22
T10	8.21	7.71	7.56	7.21	7.23	7.10	7.03	6.62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
L* (Lightness)								
T1 (Control)	23.39±0.05 <sup>d</sup>	23.36±0.13 <sup>d</sup>	22.82±0.14 <sup>f</sup>	22.31±0.39 <sup>e</sup>	22.65±0.44 <sup>e</sup>	22.75±0.11 <sup>e</sup>	23.65±0.22 <sup>d</sup>	23.38±0.30 <sup>de</sup>
T2 (3.5%FOS)	23.27±0.12 <sup>d</sup>	23.15±0.21 <sup>de</sup>	22.82±0.18 <sup>f</sup>	22.54±0.40 <sup>e</sup>	22.42±0.38 <sup>e</sup>	23.45±0.41 <sup>d</sup>	22.85±0.10 <sup>e</sup>	22.95±0.23 <sup>f</sup>
T3 (5.0%FOS)	25.15±0.03 <sup>c</sup>	25.81±0.18 <sup>c</sup>	25.34±0.23 <sup>c</sup>	26.36±0.16 <sup>c</sup>	26.03±0.06 <sup>c</sup>	26.63±0.36 <sup>c</sup>	26.95±0.25 <sup>c</sup>	26.52±0.27 <sup>c</sup>
T4 (10%FOS)	29.41±0.37 <sup>b</sup>	29.47±0.16 <sup>b</sup>	29.05±0.23 <sup>b</sup>	29.09±0.38 <sup>b</sup>	29.04±0.15 <sup>b</sup>	29.17±0.43 <sup>b</sup>	29.59±0.39 <sup>b</sup>	29.56±0.26 <sup>b</sup>
T5 (6.0%Inulin)	25.28±0.27 <sup>c</sup>	25.46±0.43 <sup>c</sup>	25.65±0.15 <sup>c</sup>	26.53±0.16 <sup>c</sup>	26.35±0.28 <sup>c</sup>	26.53±0.29 <sup>c</sup>	26.89±0.11 <sup>c</sup>	26.40±0.25 <sup>c</sup>
T6 (9.5%Inulin)	29.18±0.16 <sup>b</sup>	29.80±0.09 <sup>b</sup>	29.33±0.20 <sup>b</sup>	29.35±0.25 <sup>b</sup>	29.12±0.11 <sup>b</sup>	29.43±0.27 <sup>b</sup>	29.58±0.22 <sup>b</sup>	29.55±0.22 <sup>b</sup>
T7 (13%Inulin)	33.76±0.16 <sup>a</sup>	33.54±0.36 <sup>a</sup>	33.73±0.25 <sup>a</sup>	33.55±0.01 <sup>a</sup>	33.82±0.12 <sup>a</sup>	33.41±0.36 <sup>a</sup>	33.63±0.37 <sup>a</sup>	33.82±0.13 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	23.65±0.40 <sup>d</sup>	22.91±0.06 <sup>e</sup>	23.40±0.22 <sup>de</sup>	23.39±0.38 <sup>d</sup>	23.38±0.45 <sup>d</sup>	22.97±0.06 <sup>de</sup>	23.59±0.22 <sup>d</sup>	23.50±0.12 <sup>de</sup>
T9 (1.0%XOS)	23.30±0.18 <sup>d</sup>	23.20±0.27 <sup>de</sup>	23.62±0.39 <sup>d</sup>	23.79±0.06 <sup>d</sup>	23.51±0.24 <sup>d</sup>	23.23±0.29 <sup>de</sup>	23.47±0.43 <sup>d</sup>	23.25±0.12 <sup>ef</sup>
T10 (1.4%XOS)	23.50±0.40 <sup>d</sup>	23.42±0.27 <sup>d</sup>	23.20±0.16 <sup>ef</sup>	23.34±0.12 <sup>d</sup>	23.53±0.43 <sup>d</sup>	23.22±0.14 <sup>de</sup>	23.53±0.27 <sup>d</sup>	23.71±0.30 <sup>d</sup>

ตารางที่ ค.1 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
a* (Redness)								
T1 (Control)	-1.24±0.17 <sup>e</sup>	-1.22±0.31 <sup>d</sup>	-1.25±0.29 <sup>d</sup>	-1.36±0.23 <sup>e</sup>	-1.56±0.10 <sup>f</sup>	-1.51±0.29 <sup>e</sup>	-1.62±0.10 <sup>f</sup>	-1.67±0.10 <sup>e</sup>
T2 (3.5%FOS)	1.51±0.07 <sup>cd</sup>	1.49±0.12 <sup>c</sup>	1.49±0.07 <sup>c</sup>	1.49±0.06 <sup>cd</sup>	1.51±0.09 <sup>cd</sup>	1.53±0.03 <sup>cd</sup>	1.51±0.03 <sup>d</sup>	1.20±0.60 <sup>d</sup>
T3 (5.0%FOS)	1.74±0.16 <sup>c</sup>	1.66±0.06 <sup>e</sup>	1.70±0.03 <sup>c</sup>	1.72±0.03 <sup>c</sup>	1.67±0.03 <sup>c</sup>	1.73±0.18 <sup>c</sup>	1.88±0.07 <sup>c</sup>	1.82±0.01 <sup>c</sup>
T4 (10%FOS)	3.26±0.05 <sup>a</sup>	3.35±0.09 <sup>a</sup>	3.36±0.13 <sup>a</sup>	3.32±0.06 <sup>a</sup>	3.39±0.06 <sup>a</sup>	3.35±0.11 <sup>a</sup>	3.41±0.18 <sup>a</sup>	3.40±0.24 <sup>a</sup>
T5 (6.0%Inulin)	2.65±0.19 <sup>b</sup>	2.56±0.06 <sup>b</sup>	2.42±0.05 <sup>b</sup>	2.54±0.30 <sup>b</sup>	2.37±0.04 <sup>b</sup>	2.46±0.04 <sup>b</sup>	2.40±0.05 <sup>b</sup>	2.65±0.19 <sup>b</sup>
T6 (9.5%Inulin)	3.30±0.22 <sup>a</sup>	3.43±0.11 <sup>a</sup>	3.46±0.16 <sup>a</sup>	3.31±0.08 <sup>a</sup>	3.28±0.21 <sup>a</sup>	3.29±0.07 <sup>a</sup>	3.47±0.03 <sup>a</sup>	3.45±0.03 <sup>a</sup>
T7 (13%Inulin)	3.39±0.22 <sup>a</sup>	3.28±0.36 <sup>a</sup>	3.24±0.23 <sup>a</sup>	3.49±0.18 <sup>a</sup>	3.46±0.16 <sup>a</sup>	3.41±0.13 <sup>a</sup>	3.42±0.14 <sup>a</sup>	3.43±0.22 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	-1.24±0.21 <sup>e</sup>	-1.22±0.27 <sup>d</sup>	-1.33±0.11 <sup>d</sup>	-1.26±0.17 <sup>e</sup>	-1.36±0.12 <sup>e</sup>	-1.33±0.06 <sup>e</sup>	-1.44±0.12 <sup>e</sup>	-1.46±0.24 <sup>e</sup>
T9 (1.0%XOS)	1.45±0.40 <sup>d</sup>	1.45±0.35 <sup>c</sup>	1.43±0.01 <sup>c</sup>	1.45±0.02 <sup>cd</sup>	1.46±0.02 <sup>d</sup>	1.44±0.02 <sup>d</sup>	1.43±0.04 <sup>d</sup>	1.43±0.09 <sup>cd</sup>
T10 (1.4%XOS)	1.43±0.06 <sup>d</sup>	1.47±0.10 <sup>c</sup>	1.47±0.11 <sup>c</sup>	1.42±0.11 <sup>d</sup>	1.46±0.12 <sup>d</sup>	1.47±0.20 <sup>d</sup>	1.45±0.09 <sup>d</sup>	1.56±0.07 <sup>cd</sup>

ตารางที่ ค.1 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
b*(Yellowness)								
T1 (Control)	-0.25±0.20 <sup>e</sup>	-0.27±0.02 <sup>e</sup>	-0.22±0.02 <sup>f</sup>	-0.16±0.03 <sup>e</sup>	-0.16±0.03 <sup>f</sup>	-0.23±0.03 <sup>f</sup>	-0.17±0.04 <sup>e</sup>	-0.16±0.8 <sup>f</sup>
T2 (3.5%FOS)	-0.20±0.23 <sup>e</sup>	-0.16±0.19 <sup>e</sup>	-0.14±0.09 <sup>f</sup>	-0.06±0.08 <sup>e</sup>	-0.06±0.15 <sup>f</sup>	-0.26±0.10 <sup>f</sup>	-0.19±0.18 <sup>e</sup>	-0.29±0.08 <sup>f</sup>
T3 (5.0%FOS)	3.47±0.24 <sup>c</sup>	3.55±0.06 <sup>c</sup>	3.57±0.15 <sup>c</sup>	3.79±0.08 <sup>c</sup>	3.80±0.05 <sup>c</sup>	3.81±0.04 <sup>c</sup>	3.46±0.07 <sup>c</sup>	3.51±0.10 <sup>c</sup>
T4 (10%FOS)	7.05±0.04 <sup>b</sup>	7.04±0.06 <sup>b</sup>	7.08±0.07 <sup>b</sup>	7.04±0.05 <sup>b</sup>	7.07±0.14 <sup>b</sup>	7.05±0.06 <sup>b</sup>	7.07±0.11 <sup>b</sup>	7.14±0.03 <sup>b</sup>
T5 (6.0%Inulin)	3.77±0.08 <sup>c</sup>	3.48±0.30 <sup>c</sup>	3.58±0.13 <sup>c</sup>	3.87±0.10 <sup>c</sup>	3.84±0.03 <sup>c</sup>	3.88±0.03 <sup>c</sup>	3.53±0.17 <sup>c</sup>	3.65±0.19 <sup>c</sup>
T6 (9.5%Inulin)	7.03±0.04 <sup>b</sup>	7.04±0.03 <sup>b</sup>	7.08±0.03 <sup>b</sup>	7.09±0.04 <sup>b</sup>	7.06±0.14 <sup>b</sup>	7.07±0.03 <sup>b</sup>	7.13±0.52 <sup>b</sup>	7.16±0.07 <sup>b</sup>
T7 (13%Inulin)	9.58±0.33 <sup>a</sup>	9.44±0.39 <sup>a</sup>	10.81±0.15 <sup>a</sup>	11.35±0.49 <sup>a</sup>	11.32±0.29 <sup>a</sup>	11.04±0.08 <sup>a</sup>	10.88±0.20 <sup>a</sup>	10.47±0.17 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	0.26±0.20 <sup>d</sup>	0.32±0.04 <sup>d</sup>	0.32±0.11 <sup>e</sup>	0.30±0.01 <sup>d</sup>	0.27±0.02 <sup>e</sup>	0.27±0.03 <sup>e</sup>	0.29±0.02 <sup>d</sup>	0.31±0.04 <sup>e</sup>
T9 (1.0%XOS)	0.50±0.02 <sup>d</sup>	0.51±0.03 <sup>d</sup>	0.50±0.02 <sup>d</sup>	0.51±0.03 <sup>d</sup>	0.50±0.01 <sup>d</sup>	0.50±0.06 <sup>d</sup>	0.52±0.02 <sup>d</sup>	0.51±0.08 <sup>d</sup>
T10 (1.4%XOS)	0.35±0.04 <sup>d</sup>	0.39±0.09 <sup>d</sup>	0.42±0.04 <sup>de</sup>	0.33±0.03 <sup>d</sup>	0.37±0.03 <sup>de</sup>	0.36±0.04 <sup>e</sup>	0.39±0.03 <sup>d</sup>	0.37±0.09 <sup>de</sup>

ตารางที่ ค.2 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระ ( $A_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Water Activity ( $A_w$ )								
T1 (Control)	0.93±0.01 <sup>bcd</sup>	0.93±0.01 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>b</sup>	0.9±0.00 <sup>bc</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.93±0.01 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>abc</sup>
T2 (3.5%FOS)	0.94±0.00 <sup>abc</sup>	0.94±0.00 <sup>ab</sup>	0.94±0.00 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>b</sup>	0.93±0.01 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>ab</sup>	0.94±0.00 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>abcd</sup>
T3 (5.0%FOS)	0.93±0.00 <sup>def</sup>	0.93±0.00 <sup>cd</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.93±0.01 <sup>b</sup>	0.93±0.01 <sup>b</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.93±0.01 <sup>abc</sup>	0.93±0.01 <sup>bcde</sup>
T4 (10%FOS)	0.92±0.01 <sup>f</sup>	0.91±0.01 <sup>d</sup>	0.92±0.00 <sup>d</sup>	0.92±0.00 <sup>d</sup>	0.92±0.00 <sup>c</sup>	0.91±0.01 <sup>d</sup>	0.91±0.01 <sup>d</sup>	0.92±0.00 <sup>de</sup>
T5 (6.0%Inulin)	0.93±0.01 <sup>cde</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.93±0.00 <sup>ab</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.93±0.01 <sup>bc</sup>	0.92±0.01 <sup>cde</sup>
T6 (9.5%Inulin)	0.93±0.00 <sup>def</sup>	0.92±0.01 <sup>cd</sup>	0.92±0.01 <sup>cd</sup>	0.92±0.01 <sup>cd</sup>	0.92±0.00 <sup>c</sup>	0.92±0.01 <sup>cd</sup>	0.92±0.01 <sup>cd</sup>	0.92±0.00 <sup>de</sup>
T7 (13%Inulin)	0.92±0.01 <sup>ef</sup>	0.92±0.01 <sup>cd</sup>	0.92±0.01 <sup>d</sup>	0.92±0.01 <sup>d</sup>	0.92±0.00 <sup>c</sup>	0.91±0.01 <sup>d</sup>	0.93±0.00 <sup>bc</sup>	0.91±0.01 <sup>e</sup>
T8 (0.7%XOS)	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.00 <sup>ab</sup>	0.95±0.00 <sup>a</sup>	0.94±0.00 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>ab</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>ab</sup>
T9 (1.0%XOS)	0.94±0.01 <sup>ab</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.00 <sup>ab</sup>	0.95±0.00 <sup>a</sup>	0.94±0.00 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>ab</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>ab</sup>
T10 (1.4%XOS)	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>ab</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>	0.94±0.01 <sup>a</sup>

ตารางที่ ค.3 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Hardness (N)								
T1 (Control)	4548.86±23.58 <sup>d</sup>	4585.12±49.10 <sup>d</sup>	4592.56±51.81 <sup>d</sup>	4565.67±21.40 <sup>d</sup>	4541.93±1.90 <sup>e</sup>	4548.82±37.66 <sup>de</sup>	4552.60±19.38 <sup>d</sup>	4540.12±28.48 <sup>d</sup>
T2 (3.5%FOS)	4878.59±10.15 <sup>c</sup>	4884.67±23.84 <sup>c</sup>	4861.68±32.10 <sup>c</sup>	4852.60±19.38 <sup>c</sup>	4872.43±24.01 <sup>c</sup>	4844.49±18.72 <sup>c</sup>	4889.00±6.66 <sup>c</sup>	4848.28±38.40 <sup>c</sup>
T3 (5.0%FOS)	4860.90±27.76 <sup>c</sup>	4838.90±30.68 <sup>c</sup>	4844.53±29.76 <sup>c</sup>	4858.57±23.06 <sup>c</sup>	4848.86±23.58 <sup>c</sup>	4850.88±4.40 <sup>c</sup>	4848.82±37.66 <sup>c</sup>	4831.85±22.95 <sup>c</sup>
T4 (10%FOS)	5354.48±37.79 <sup>b</sup>	5355.26±24.14 <sup>b</sup>	5342.10±28.54 <sup>b</sup>	5344.71±34.01 <sup>b</sup>	5358.57±23.06 <sup>b</sup>	5361.93±21.04 <sup>b</sup>	5352.60±19.38 <sup>b</sup>	5364.53±14.46 <sup>b</sup>
T5 (6.0%Inulin)	4843.33±22.70 <sup>c</sup>	4832.45±62.78 <sup>c</sup>	4841.82±31.79 <sup>c</sup>	4843.23±45.69 <sup>c</sup>	4863.45±4.68 <sup>c</sup>	4847.28±11.47 <sup>c</sup>	4855.26±24.14 <sup>c</sup>	4872.57±18.28 <sup>c</sup>
T6 (9.5%Inulin)	5360.54±18.73 <sup>b</sup>	5348.26±28.19 <sup>b</sup>	5344.82±48.02 <sup>b</sup>	5361.80±28.39 <sup>b</sup>	5348.86±23.58 <sup>b</sup>	5343.29±43.32 <sup>b</sup>	5374.67±41.15 <sup>b</sup>	5350.50±42.94 <sup>b</sup>
T7 (13%Inulin)	5532.57±31.77 <sup>a</sup>	5580.48±28.94 <sup>a</sup>	5523.37±14.06 <sup>a</sup>	5583.61±9.96 <sup>a</sup>	5541.82±31.79 <sup>a</sup>	5571.88±17.09 <sup>a</sup>	5552.60±19.38 <sup>a</sup>	5534.01±27.12 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	4580.85±54.25 <sup>d</sup>	4580.18±22.40 <sup>d</sup>	4567.86±16.30 <sup>d</sup>	4565.64±739.27 <sup>d</sup>	4571.88±17.09 <sup>de</sup>	4590.67±45.37 <sup>d</sup>	4566.70±58.16 <sup>d</sup>	4576.46±31.72 <sup>d</sup>
T9 (1.0%XOS)	4584.10±36.33 <sup>d</sup>	4586.77±56.99 <sup>d</sup>	4565.24±25.18 <sup>d</sup>	4543.91±31.01 <sup>d</sup>	4577.86±33.61 <sup>de</sup>	4535.59±34.10 <sup>e</sup>	4580.48±38.94 <sup>d</sup>	4536.65±27.09 <sup>d</sup>
T10 (1.4%XOS)	4574.83±5.29 <sup>d</sup>	4518.88±12.15 <sup>d</sup>	4570.37±19.82 <sup>d</sup>	4545.59±33.79 <sup>d</sup>	4585.21±6.12 <sup>d</sup>	4573.62±25.99 <sup>de</sup>	4576.24±48.93 <sup>d</sup>	4577.90±52.94 <sup>d</sup>

ตารางที่ ค.3 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Springiness (mm)								
T1 (Control)	0.95±0.12 <sup>bc</sup>	0.95±0.02 <sup>c</sup>	0.95±0.01 <sup>ab</sup>	0.95±0.02 <sup>cd</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	0.95±0.02 <sup>b</sup>	0.95±0.02 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>
T2 (3.5%FOS)	0.95±0.01 <sup>bc</sup>	0.95±0.01 <sup>c</sup>	0.95±0.01 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>abc</sup>	0.96±0.00 <sup>ab</sup>	0.95±0.02 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>ab</sup>
T3 (5.0%FOS)	0.96±0.01 <sup>abc</sup>	0.97±0.02 <sup>abc</sup>	0.95±0.01 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>cd</sup>	0.95±0.02 <sup>b</sup>	0.96±0.02 <sup>ab</sup>	0.95±0.02 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>ab</sup>
T4 (10%FOS)	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.98±0.02 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>ab</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>
T5 (6.0%Inulin)	0.96±0.01 <sup>abc</sup>	0.97±0.00 <sup>abc</sup>	0.96±0.02 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>abc</sup>	0.96±0.02 <sup>ab</sup>	0.97±0.02 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>ab</sup>
T6 (9.5%Inulin)	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.02 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.02 <sup>a</sup>
T7 (13%Inulin)	0.98±0.08 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.98±0.01 <sup>a</sup>	0.97±0.02 <sup>a</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.02 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	0.96±0.01 <sup>bc</sup>	0.96±0.01 <sup>bc</sup>	0.95±0.01 <sup>ab</sup>	0.96±0.00 <sup>bcd</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	0.96±0.01 <sup>ab</sup>	0.96±0.01 <sup>ab</sup>	0.97±0.01 <sup>ab</sup>
T9 (1.0%XOS)	0.95±0.01 <sup>c</sup>	0.95±0.01 <sup>c</sup>	0.94±0.01 <sup>c</sup>	0.94±0.01 <sup>d</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	0.94±0.01 <sup>b</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	0.95±0.01 <sup>ab</sup>
T10 (1.4%XOS)	0.95±0.01 <sup>bc</sup>	0.95±0.01 <sup>c</sup>	0.96±0.03 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>cd</sup>	0.96±0.01 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>b</sup>	0.95±0.02 <sup>ab</sup>	0.96±0.02 <sup>ab</sup>

ตารางที่ ค.3 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Cohesiveness (%)								
T1 (Control)	0.75±0.01 <sup>b</sup>	0.75±0.00 <sup>de</sup>	0.75±0.00 <sup>e</sup>	0.75±0.01 <sup>a</sup>	0.76±0.01 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>abc</sup>	0.75±0.02 <sup>C</sup>	0.75±0.02 <sup>b</sup>
T2 (3.5%FOS)	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.77±0.03 <sup>a</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.02 <sup>ab</sup>	0.78±0.01 <sup>abc</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>
T3 (5.0%FOS)	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.77±0.03 <sup>a</sup>	0.78±0.02 <sup>a</sup>	0.78±0.00 <sup>abc</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>
T4 (10%FOS)	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.77±0.01 <sup>abc</sup>	0.77±0.01 <sup>abcd</sup>	0.78±0.04 <sup>a</sup>	0.77±0.03 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.02 <sup>ab</sup>
T5 (6.0%Inulin)	0.78±0.02 <sup>ab</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.79±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.02 <sup>a</sup>	0.77±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.77±0.03 <sup>abc</sup>	0.78±0.03 <sup>ab</sup>
T6 (9.5%Inulin)	0.77±0.02 <sup>ab</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>
T7 (13%Inulin)	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.00 <sup>abc</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>ab</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	0.75±0.02 <sup>ab</sup>	0.74±0.03 <sup>e</sup>	0.76±0.02 <sup>cde</sup>	0.76±0.02 <sup>a</sup>	0.76±0.03 <sup>a</sup>	0.75±0.01 <sup>c</sup>	0.75±0.02 <sup>c</sup>	0.75±0.01 <sup>b</sup>
T9 (1.0%XOS)	0.76±0.02 <sup>ab</sup>	0.76±0.00 <sup>cde</sup>	0.76±0.02 <sup>de</sup>	0.75±0.01 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>bc</sup>	0.76±0.00 <sup>bc</sup>	0.75±0.01 <sup>b</sup>
T10 (1.4%XOS)	0.76±0.03 <sup>ab</sup>	0.76±0.02 <sup>bcd</sup>	0.77±0.02 <sup>bcd</sup>	0.76±0.03 <sup>a</sup>	0.77±0.00 <sup>a</sup>	0.78±0.02 <sup>ab</sup>	0.77±0.01 <sup>abc</sup>	0.77±0.01 <sup>ab</sup>

ตารางที่ ค.3 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Gumminess (N)								
T1 (Control)	3421.48±29.17 <sup>d</sup>	3449.50±34.43 <sup>d</sup>	3445.66±28.67 <sup>d</sup>	3433.41±45.14 <sup>d</sup>	3457.97±54.73 <sup>d</sup>	3479.96±118.64 <sup>d</sup>	3456.05±102.60 <sup>d</sup>	3438.85±71.08 <sup>d</sup>
T2 (3.5%FOS)	3791.30±59.64 <sup>c</sup>	3861.21±35.61 <sup>c</sup>	3808.21±14.31 <sup>c</sup>	3774.23±149.55 <sup>c</sup>	3851.59±23.02 <sup>c</sup>	3791.28±61.32 <sup>c</sup>	3813.44±51.31 <sup>c</sup>	3820.79±49.44 <sup>c</sup>
T3 (5.0%FOS)	3827.27±47.79 <sup>c</sup>	3794.74±31.29 <sup>c</sup>	3796.58±17.04 <sup>c</sup>	3785.56±35.46 <sup>c</sup>	3770.88±132.22 <sup>c</sup>	3807.30±94.82 <sup>c</sup>	3798.72±25.87 <sup>c</sup>	3768.07±65.44 <sup>c</sup>
T4 (10%FOS)	4218.94±46.71 <sup>b</sup>	4164.40±63.97 <sup>b</sup>	4161.65±54.85 <sup>b</sup>	4183.94±239.35 <sup>b</sup>	4167.31±146.94 <sup>b</sup>	4208.59±35.20 <sup>b</sup>	4228.55±15.31 <sup>b</sup>	4185.81±90.31 <sup>b</sup>
T5 (6.0%Inulin)	3768.41±100.87 <sup>c</sup>	3790.92±14.43 <sup>c</sup>	3826.61±66.93 <sup>c</sup>	3805.81±99.36 <sup>c</sup>	3788.67±30.62 <sup>c</sup>	3820.55±18.93 <sup>c</sup>	3776.52±157.99 <sup>c</sup>	3791.61±149.77 <sup>c</sup>
T6 (9.5%Inulin)	4164.13±84.85 <sup>b</sup>	4227.80±41.02 <sup>b</sup>	4212.49±32.39 <sup>b</sup>	4186.81±20.45 <sup>b</sup>	4189.86±16.56 <sup>b</sup>	4183.37±35.21 <sup>b</sup>	4228.00±32.52 <sup>b</sup>	4230.96±39.25 <sup>ab</sup>
T7 (13%Inulin)	4352.08±28.99 <sup>a</sup>	4391.29±45.95 <sup>a</sup>	4315.19±18.41 <sup>a</sup>	4419.86±6.58 <sup>a</sup>	4359.50±25.87 <sup>a</sup>	4371.73±9.73 <sup>a</sup>	4386.55±15.31 <sup>a</sup>	4337.32±10.43 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	3456.96±106.481 <sup>d</sup>	3413.13±82.24 <sup>d</sup>	3483.06±90.60 <sup>d</sup>	3480.50±43.69 <sup>d</sup>	3479.70±114.15 <sup>d</sup>	3458.74±±17.63 <sup>d</sup>	3450.38±93.38 <sup>d</sup>	3470.54±50.36 <sup>d</sup>
T9 (1.0%XOS)	3505.23±111.49 <sup>d</sup>	3496.47±53.78 <sup>d</sup>	3480.32±78.67 <sup>d</sup>	3434.75±37.81 <sup>d</sup>	3499.13±81.43 <sup>d</sup>	3454.08±54.48 <sup>d</sup>	3481.16±29.60 <sup>d</sup>	3439.76±31.83 <sup>d</sup>
T10 (1.4%XOS)	3497.05±99.78 <sup>d</sup>	3456.32±74.69 <sup>d</sup>	3527.34±76.04 <sup>d</sup>	3478.84±106.50 <sup>d</sup>	3521.48±4.45 <sup>d</sup>	3559.59±70.67 <sup>d</sup>	3549.85±22.53 <sup>d</sup>	3558.62±18.85 <sup>d</sup>

ตารางที่ ค.3 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ต่อ)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	0	7	14	21	28	35	42	49
Chewiness (N*mm)								
T1 (Control)	3272.39±28.04 <sup>d</sup>	3282.97±60.30 <sup>d</sup>	3302.37±27.10 <sup>d</sup>	3276.06±14.96 <sup>d</sup>	3287.45±68.03 <sup>d</sup>	3304.82±163.93 <sup>d</sup>	3308.17±129.17 <sup>d</sup>	3269.64±41.35 <sup>e</sup>
T2 (3.5%FOS)	3633.09±54.65 <sup>b</sup>	3688.22±50.85 <sup>c</sup>	3644.18±15.24 <sup>c</sup>	3641.41±147.69 <sup>c</sup>	3697.53±22.10 <sup>c</sup>	3622.92±34.93 <sup>c</sup>	3659.19±37.73 <sup>c</sup>	3649.33±40.66 <sup>c</sup>
T3 (5.0%FOS)	3694.68±63.46 <sup>b</sup>	3685.79±67.45 <sup>c</sup>	3624.70±51.10 <sup>c</sup>	3600.05±58.40 <sup>c</sup>	3596.89±166.03 <sup>c</sup>	3676.09±96.41 <sup>c</sup>	3630.39±47.95 <sup>c</sup>	3603.07±94.93 <sup>c</sup>
T4 (10%FOS)	4113.26±84.05 <sup>b</sup>	4096.57±128.58 <sup>b</sup>	4042.11±38.52 <sup>b</sup>	4071.38±176.40 <sup>b</sup>	4058.73±193.26 <sup>b</sup>	4108.87±38.93 <sup>b</sup>	4138.80±24.30 <sup>b</sup>	4076.57±99.80 <sup>b</sup>
T5 (6.0%Inulin)	3641.38±125.10 <sup>b</sup>	3691.51±31.25 <sup>c</sup>	3695.20±95.29 <sup>c</sup>	3679.27±90.54 <sup>c</sup>	3666.20±87.48 <sup>c</sup>	3697.29±41.04 <sup>c</sup>	3627.54±133.42 <sup>c</sup>	3664.81±141.05 <sup>c</sup>
T6 (9.5%Inulin)	4054.50±114.04 <sup>b</sup>	4137.98±29.37 <sup>b</sup>	4111.87±74.78 <sup>ab</sup>	4081.57±16.40 <sup>b</sup>	4069.05±31.94 <sup>b</sup>	4083.29±24.67 <sup>b</sup>	4126.03±26.56 <sup>b</sup>	4105.68±65.89 <sup>ab</sup>
T7 (13%Inulin)	4271.97±25.06 <sup>a</sup>	4296.52±25.48 <sup>a</sup>	4212.83±40.86 <sup>a</sup>	4311.86±51.12 <sup>a</sup>	4278.04±21.25 <sup>a</sup>	4273.46±88.05 <sup>a</sup>	4275.51±68.35 <sup>a</sup>	4223.37±62.32 <sup>a</sup>
T8 (0.7%XOS)	3317.55±139.53 <sup>d</sup>	3277.51±72.10 <sup>d</sup>	3336.39±97.72 <sup>d</sup>	3350.22±44.06 <sup>d</sup>	3329.10±83.04 <sup>d</sup>	3340.88±12.27 <sup>d</sup>	3316.40±67.38 <sup>d</sup>	3360.86±76.70 <sup>de</sup>
T9 (1.0%XOS)	3331.76±109.68 <sup>d</sup>	3332.35±83.15 <sup>d</sup>	3298.57±118.50 <sup>d</sup>	3260.25±48.22 <sup>d</sup>	3331.52±103.33 <sup>d</sup>	3269.17±62.30 <sup>d</sup>	3314.83±23.22 <sup>d</sup>	3279.84±38.85 <sup>e</sup>
T10 (1.4%XOS)	3346.46±69.79 <sup>d</sup>	3291.79±100.00 <sup>d</sup>	3391.35±45.42 <sup>d</sup>	3327.17±100.10 <sup>d</sup>	3393.85±45.30 <sup>d</sup>	3379.41±100.70 <sup>d</sup>	3387.87±58.46 <sup>d</sup>	3430.54±34.86 <sup>d</sup>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (L\*)

L*	0	7	14	21	28	35	42	49
Control	23.44	23.24	22.84	22.11	22.95	22.65	23.85	23.3
	23.34	23.49	22.68	22.76	22.87	22.86	23.41	23.72
	23.39	23.35	22.95	22.06	22.15	22.75	23.7	23.13
3.5% FOS	23.34	23.02	22.91	23.00	22.71	23.58	22.75	23.05
	23.14	23.40	22.61	22.26	22.57	23.78	22.87	23.12
	23.34	23.04	22.94	22.36	21.98	23.00	22.95	22.7
5.0% FOS	25.12	25.94	25.12	26.21	26.1	26.32	26.66	26.61
	25.18	25.9	25.58	26.53	25.98	26.55	27.08	26.22
	25.15	25.61	25.33	26.36	26.01	27.02	27.11	26.74
10% FOS	29.48	29.63	28.95	28.97	29.22	28.83	29.21	29.5
	29.01	29.31	29.32	29.52	28.94	29.66	29.57	29.85
	29.74	29.47	28.89	28.79	28.97	29.03	29.99	29.35
6% Inulin	25.59	25.17	25.79	26.72	26.05	26.31	26.88	26.38
	25.09	25.96	25.69	26.41	26.41	26.43	27.01	26.43
	25.16	25.26	25.49	26.47	26.61	26.87	26.79	26.4
9.5% Inulin	29.3	29.71	29.14	29.47	29.22	29.13	29.48	29.69
	29	29.88	29.54	29.06	29.14	29.51	29.84	29.3
	29.26	29.82	29.31	29.52	29.01	29.66	29.44	29.66
13% Inulin	33.9	33.19	33.82	33.56	33.76	33.75	33.77	33.83
	33.59	33.91	33.92	33.54	33.75	33.03	33.21	33.69
	33.8	33.54	33.45	33.56	33.96	33.47	33.92	33.95
0.7% XOS	23.2	22.97	23.64	23.37	23.88	22.97	23.73	23.59
	23.82	22.85	23.22	23.79	23.01	22.98	23.71	23.37
	23.95	22.91	23.35	23.03	23.25	22.97	23.34	23.55
1.0% XOS	23.17	23.51	23.17	23.85	23.77	23.12	23.12	23.17
	23.51	23.06	23.89	23.79	23.31	23.56	23.35	23.39
	23.24	23.04	23.8	23.73	23.45	23.01	23.95	23.2
1.4% XOS	23.13	23.38	23.34	23.43	23.11	23.23	23.22	23.81
	23.45	23.72	23.23	23.21	23.96	23.36	23.65	23.96
	23.94	23.18	23.03	23.38	23.54	23.08	23.73	23.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (a\*)

a*	0	7	14	21	28	35	42	49
	-1.29	-1.16	-1.11	-1.12	-1.54	-1.61	-1.67	-1.72
Control	-1.38	-0.95	-1.07	-1.41	-1.47	-1.19	-1.51	-1.75
	-1.06	-1.56	-1.59	-1.57	-1.67	-1.74	-1.68	-1.56
3.5% FOS	1.44	1.54	1.42	1.55	1.57	1.51	1.54	1.56
	1.58	1.58	1.52	1.44	1.55	1.52	1.51	1.54
	1.51	1.36	1.55	1.48	1.41	1.57	1.49	0.51
5.0% FOS	1.68	1.73	1.7	1.7	1.65	1.73	1.95	1.81
	1.62	1.63	1.73	1.75	1.67	1.56	1.81	1.82
	1.92	1.63	1.68	1.71	1.7	1.92	1.88	1.83
10% FOS	3.29	3.39	3.27	3.34	3.33	3.33	3.45	3.27
	3.29	3.25	3.51	3.37	3.44	3.26	3.57	3.25
	3.21	3.42	3.32	3.25	3.41	3.48	3.21	3.68
6% Inulin	2.68	2.63	2.36	2.57	2.35	2.42	2.45	2.68
	2.83	2.54	2.46	2.83	2.35	2.48	2.41	2.83
	2.45	2.51	2.44	2.23	2.42	2.49	2.35	2.45
9.5%	3.05	3.31	3.41	3.37	3.09	3.23	3.5	3.49
Inulin	3.42	3.47	3.33	3.22	3.51	3.38	3.47	3.43
	3.45	3.51	3.64	3.35	3.26	3.28	3.45	3.44
13%	3.65	3.7	3.29	3.46	3.33	3.52	3.27	3.61
Inulin	3.24	3.1	2.99	3.69	3.64	3.27	3.55	3.5
	3.3	3.05	3.45	3.34	3.41	3.46	3.46	3.19
0.7%	-1.25	-1.1	-1.46	-1.24	-1.35	-1.27	-1.33	-1.19
XOS	-1.45	-1.03	-1.29	-1.44	-1.26	-1.35	-1.57	-1.62
	-1.04	-1.53	-1.26	-1.11	-1.49	-1.38	-1.42	-1.57
1.0%	1.41	1.42	1.43	1.48	1.45	1.46	1.39	1.47
XOS	1.49	1.49	1.45	1.44	1.45	1.42	1.45	1.33
	1.46	1.46	1.43	1.44	1.49	1.44	1.46	1.49
1.4%	1.49	1.46	1.49	1.42	1.57	1.62	1.55	1.5
XOS	1.42	1.38	1.36	1.32	1.34	1.25	1.44	1.55
	1.38	1.58	1.57	1.54	1.49	1.56	1.38	1.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (b\*)

b*	0	7	14	21	28	35	42	49
	-0.07	-0.29	-0.22	-0.14	-0.12	-0.22	-0.22	-0.19
Control	-0.47	-0.28	-0.25	-0.19	-0.18	-0.21	-0.15	-0.15
	-0.22	-0.26	-0.21	-0.17	-0.18	-0.27	-0.16	-0.15
	-0.07	0.05	-0.16	0.02	0.1	-0.25	-0.33	-0.26
3.5% FOS	-0.46	-0.29	-0.04	-0.13	-0.11	-0.17	0.01	-0.38
	-0.07	-0.26	-0.22	-0.07	-0.19	-0.37	-0.27	-0.23
	3.2	3.54	3.4	3.76	3.75	3.86	3.38	3.41
5.0% FOS	3.66	3.50	3.65	3.74	3.8	3.78	3.49	3.52
	3.56	3.62	3.68	3.88	3.85	3.79	3.51	3.61
10%	7.02	7.10	7.16	7.1	7.24	7.13	7.2	7.15
FOS	7.05	7.05	7.03	7.02	7.01	7.02	7.01	7.11
	7.1	6.99	7.07	7.02	6.98	7.02	7.01	7.16
6%	3.69	3.82	3.43	3.79	3.85	3.9	3.52	3.47
Inulin	3.85	3.25	3.63	3.98	3.87	3.91	3.71	3.85
	3.77	3.38	3.68	3.86	3.82	3.85	3.38	3.64
	7.05	7.07	7.06	7.06	6.99	7.11	7.25	7.13
9.5%	7.06	7.03	7.08	7.08	6.98	7.05	6.56	7.12
Inulin	6.99	7.02	7.12	7.13	7.23	7.06	7.59	7.25
	9.33	9.64	10.98	11.92	11.27	10.96	11.05	10.32
13%	9.47	9.69	10.76	11.11	11.63	11.05	10.65	10.45
Inulin	9.95	8.99	10.69	11.04	11.06	11.11	10.95	10.65
	0.49	0.37	0.28	0.3	0.29	0.31	0.32	0.35
0.7%	0.17	0.31	0.24	0.32	0.26	0.25	0.29	0.27
XOS	0.13	0.30	0.44	0.3	0.27	0.27	0.28	0.32
	0.49	0.52	0.53	0.55	0.51	0.55	0.51	0.58
1.0%	0.52	0.48	0.49	0.49	0.49	0.43	0.54	0.53
XOS	0.51	0.53	0.5	0.51	0.51	0.53	0.52	0.42
	0.33	0.36	0.42	0.31	0.41	0.34	0.41	0.32
1.4%	0.4	0.50	0.39	0.37	0.35	0.41	0.41	0.47
XOS	0.32	0.33	0.47	0.32	0.36	0.34	0.35	0.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๔.4 การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำอิสระ ( $A_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา

$A_w$	0	7	14	21	28	35	42	49
Control	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.93
	0.94	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.94
	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94
3.5% FOS	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.93
	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93
	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94
5.0% FOS	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93	0.92
	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93
	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94
10% FOS	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.92
	0.92	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.92
	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.92
6% Inulin	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.92	0.91
	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92
	0.93	0.92	0.93	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94
9.5% Inulin	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.93	0.92
	0.93	0.91	0.92	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92
	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
13% Inulin	0.93	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92	0.93	0.91
	0.93	0.92	0.93	0.92	0.93	0.91	0.93	0.91
	0.92	0.92	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93
0.7% XOS	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94	0.93
	0.94	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95
	0.95	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95
1.0% XOS	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94
	0.94	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94
	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
1.4% XOS	0.94	0.95	0.94	0.95	0.93	0.94	0.95	0.94
	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๕.5 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความแข็ง)

H	0	7	14	21	28	35	42	49
Control	4571.66	4555.58	4557.91	4545.94	4543.072	4525.80	4550.500	4529.16
	4550.37	4557.98	4567.65	4588.41	4539.742	4528.38	4572.950	4518.75
	4524.57	4641.80	4652.12	4562.66	4542.976	4592.28	4534.355	4572.46
3.5% FOS	4883.072	4899.417	4829.82	4850.500	4859.234	4848.991	4895.94	4881.410
	4885.742	4857.169	4861.19	4872.950	4900.158	4823.936	4888.41	4806.192
	4866.976	4897.443	4894.03	4834.355	4857.910	4860.566	4882.66	4857.257
5.0% FOS	4884.65	4823.90	4875.32	4873.07	4871.66	4846.12	4825.80	4819.65
	4867.69	4874.20	4815.93	4831.99	4850.37	4851.75	4828.38	4858.33
	4830.38	4818.62	4842.34	4870.67	4824.57	4854.78	4892.28	4817.59
10% FOS	5345.973	5340.27	5359.234	5310.324	5373.07	5347.466	5350.500	5372.665
	5395.805	5383.11	5309.158	5345.495	5331.99	5352.266	5372.950	5347.838
	5321.674	5342.41	5357.910	5378.336	5370.67	5386.071	5334.355	5373.091
6% Inulin	4828.518	4759.960	4855.576	4879.74	4859.960	4848.36	4840.27	4890.67
	4869.464	4868.634	4805.475	4791.99	4861.634	4858.17	4883.11	4854.11
	4832.023	4868.769	4864.438	4857.97	4868.769	4835.31	4842.41	4872.94
9.5%Inulin	5348.845	5381.042	5399.979	5367.21	5371.66	5341.88	5399.417	5385.87
	5350.640	5337.403	5312.252	5331.10	5350.37	5387.31	5327.169	5362.91
	5382.141	5326.364	5322.258	5387.10	5324.57	5300.70	5397.443	5302.72
13%Inulin	5568.971	5541.711	5529.06	5595.08	5555.576	5580.71	5550.500	5505.23
	5510.412	5619.588	5507.36	5577.12	5505.475	5552.18	5572.950	5537.70
	5518.331	5580.145	5533.70	5578.65	5564.438	5582.75	5534.355	5559.10
0.7%XOS	4625.421	4606.036	4559.10	4584.66	4580.71	4596.56	4529.06	4563.22
	4520.455	4568.006	4586.67	4591.79	4552.18	4632.82	4537.36	4553.51
	4596.702	4566.525	4557.83	4520.49	4582.75	4542.65	4633.70	4612.65
1.0%XOS	4543.238	4567.983	4588.56	4579.30	4559.10	4513.91	4541.711	4518.06
	4596.343	4650.778	4538.55	4530.94	4616.67	4574.90	4619.588	4567.73
	4612.747	4541.549	4568.63	4521.49	4557.83	4517.97	4580.145	4524.16
1.4%XOS	4580.010	4520.961	4557.55	4518.26	4580.71	4558.39	4538.56	4519.47
	4569.442	4505.834	4560.38	4535.14	4592.18	4558.84	4631.55	4622.68
	4575.051	4529.866	4593.20	4583.37	4582.75	4603.63	4558.63	4591.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.6 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความยืดหยุ่น)

S	0	7	14	21	28	35	42	49
Control	0.95	0.94	0.95	0.96	0.96	0.94	0.94	0.96
	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.94	0.97	0.95
	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.97	0.96	0.94
3.5% FOS	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97	0.95	0.95
	0.96	0.95	0.97	0.96	0.96	0.94	0.96	0.96
	0.96	0.96	0.95	0.97	0.96	0.96	0.97	0.95
5.0% FOS	0.97	0.99	0.95	0.94	0.94	0.97	0.97	0.96
	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.95	0.94	0.97
	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.98	0.96	0.95
10% FOS	0.980	0.982	0.96	0.98	0.96	0.98	0.974	0.97
	0.983	1.000	0.98	0.99	0.97	0.97	0.974	0.98
	0.962	0.968	0.98	0.96	0.99	0.98	0.988	0.97
6% Inulin	0.976	0.969	0.948	0.96	0.99	0.98	0.97	0.97
	0.972	0.978	0.971	0.96	0.95	0.95	0.96	0.97
	0.950	0.974	0.978	0.97	0.96	0.98	0.96	0.96
9.5%Inulin	0.96	0.97	0.98	0.97	0.96	0.97	0.97	0.96
	0.98	0.97	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99
	0.97	0.99	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97
13%Inulin	0.986	0.987	0.981	0.974	0.977	0.957	0.986	0.979
	0.987	0.981	0.979	0.987	0.978	0.990	0.978	0.986
	0.972	0.967	0.969	0.966	0.989	0.986	0.960	0.957
0.7%XOS	0.96	0.96	0.96	0.96	0.962	0.97	0.96	0.98
	0.95	0.97	0.96	0.96	0.960	0.96	0.970	0.96
	0.97	0.95	0.95	0.96	0.948	0.97	0.958	0.97
1.0%XOS	0.94	0.96	0.94	0.95	0.95	0.94	0.96	0.96
	0.96	0.96	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96
	0.95	0.94	0.96	0.94	0.96	0.95	0.95	0.94
1.4%XOS	0.97	0.94	0.94	0.96	0.969	0.94	0.94	0.96
	0.95	0.96	0.99	0.96	0.948	0.96	0.95	0.95
	0.95	0.96	0.96	0.95	0.974	0.95	0.98	0.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.7 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความสามารถในการรวมตัว)

C	0	7	14	21	28	35	42	49
Control	0.76	0.75	0.75	0.75	0.77	0.76	0.75	0.74
	0.75	0.75	0.75	0.74	0.75	0.75	0.78	0.77
	0.75	0.75	0.75	0.76	0.77	0.79	0.74	0.76
3.5% FOS	0.79	0.79	0.79	0.74	0.79	0.77	0.78	0.79
	0.78	0.79	0.78	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79
	0.77	0.79	0.78	0.79	0.79	0.79	0.77	0.78
5.0% FOS	0.79	0.79	0.78	0.78	0.74	0.81	0.78	0.77
	0.79	0.77	0.79	0.79	0.80	0.78	0.78	0.79
	0.78	0.79	0.78	0.77	0.79	0.77	0.78	0.78
10% FOS	0.78	0.78	0.78	0.79	0.74	0.79	0.79	0.79
	0.79	0.78	0.77	0.74	0.80	0.78	0.79	0.79
	0.79	0.77	0.78	0.82	0.79	0.78	0.79	0.76
6% Inulin	0.77	0.79	0.79	0.80	0.78	0.78	0.74	0.79
	0.80	0.78	0.78	0.78	0.77	0.79	0.80	0.75
	0.77	0.78	0.80	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80
9.5%Inulin	0.76	0.79	0.79	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79
	0.79	0.79	0.79	0.78	0.78	0.78	0.79	0.79
	0.78	0.79	0.79	0.78	0.79	0.78	0.78	0.79
13%Inulin	0.783	0.783	0.78	0.79	0.79	0.78	0.79	0.79
	0.784	0.784	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79	0.78
	0.793	0.793	0.78	0.79	0.78	0.78	0.79	0.78
0.7%XOS	0.74	0.72	0.76	0.75	0.74	0.75	0.78	0.77
	0.75	0.75	0.78	0.75	0.75	0.75	0.74	0.75
	0.78	0.77	0.75	0.78	0.79	0.76	0.74	0.75
1.0%XOS	0.75	0.76	0.75	0.75	0.75	0.75	0.76	0.75
	0.75	0.76	0.75	0.77	0.75	0.75	0.76	0.76
	0.79	0.76	0.78	0.75	0.79	0.78	0.76	0.76
1.4%XOS	0.74	0.75	0.79	0.79	0.77	0.76	0.78	0.79
	0.76	0.78	0.76	0.74	0.77	0.79	0.77	0.77
	0.79	0.77	0.76	0.76	0.77	0.79	0.77	0.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.8 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความเหนียว)

G	0	7	14	21	28	35	42	49
Control	3454.78	3424.26	3438.04	3412.54	3488.07	3456.02	3428.16	3356.81
	3400.41	3435.52	3421.99	3402.49	3394.80	3375.13	3569.71	3481.84
	3409.27	3488.72	3476.96	3485.22	3491.05	3608.75	3370.28	3477.91
3.5% FOS	3839.97	3892.30	3815.56	3610.14	3859.25	3721.16	3818.83	3877.34
	3809.17	3822.36	3791.72	3902.87	3869.82	3817.85	3861.84	3785.70
	3724.77	3868.98	3817.35	3809.68	3825.72	3834.85	3759.65	3799.35
5.0% FOS	3840.55	3813.50	3808.15	3801.41	3625.89	3908.65	3781.21	3708.43
	3867.02	3758.62	3804.59	3810.33	3884.79	3792.52	3786.52	3838.08
	3774.25	3812.10	3777.02	3744.94	3801.97	3720.73	3828.44	3757.72
10% FOS	4192.76	4169.97	4202.40	4198.13	3999.08	4249.24	4226.90	4266.13
	4272.87	4225.41	4099.29	3937.82	4270.53	4188.04	4244.63	4203.27
	4191.20	4097.83	4183.28	4415.89	4232.33	4188.51	4214.14	4088.05
6% Inulin	3707.23	3779.46	3831.26	3920.18	3810.90	3799.33	3602.53	3876.65
	3884.84	3807.12	3757.48	3740.70	3753.75	3835.70	3911.01	3618.68
	3713.17	3786.18	3891.10	3756.56	3801.37	3826.63	3816.03	3879.50
9.5% Inulin	4066.35	4273.67	4249.09	4177.49	4189.90	4220.09	4265.54	4267.03
	4207.67	4215.12	4187.49	4172.68	4173.29	4180.12	4208.46	4236.70
	4218.37	4194.63	4200.91	4210.26	4206.41	4149.90	4210.01	4189.15
13% Inulin	4361.20	4339.23	4336.07	4425.84	4388.91	4361.54	4384.90	4325.31
	4319.63	4408.45	4301.28	4420.94	4349.33	4380.91	4402.63	4342.57
	4375.43	4426.19	4308.22	4412.82	4340.26	4372.76	4372.14	4344.08
0.7% XOS	3415.42	3329.91	3442.74	3460.08	3409.34	3453.98	3551.42	3515.68
	3377.51	3415.14	3586.82	3450.77	3418.35	3478.27	3367.25	3416.22
	3577.95	3494.35	3419.63	3530.66	3611.41	3443.98	3432.49	3479.74
1.0% XOS	3426.89	3475.57	3460.42	3437.04	3438.85	3406.32	3451.70	3406.81
	3455.93	3557.57	3413.52	3471.37	3466.78	3442.52	3510.89	3470.33
	3632.87	3456.29	3567.04	3395.86	3591.77	3513.42	3480.91	3442.15
1.4% XOS	3408.82	3375.14	3612.55	3572.49	3516.97	3480.91	3555.32	3575.61
	3477.01	3522.12	3466.39	3362.99	3525.86	3580.19	3569.14	3561.91
	3605.34	3471.71	3503.09	3501.04	3521.62	3617.67	3525.09	3538.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.9 การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา (ค่าความทนต่อการเคี้ยว)

CH	0	7	14	21	28	35	42	49
	3276.09	3213.94	3275.72	3259.03	3363.14	3233.46	3218.69	3232.64
Control	3298.40	3325.34	3329.90	3282.12	3231.38	3188.67	3456.26	3314.27
	3242.69	3309.64	3301.51	3287.05	3267.84	3492.34	3249.57	3262.02
	3661.20	3711.97	3638.41	3474.34	3704.88	3600.96	3632.98	3693.45
3.5% FOS	3667.97	3629.84	3661.47	3754.56	3715.02	3604.62	3702.44	3641.16
	3570.11	3722.86	3632.68	3695.33	3672.69	3663.20	3642.16	3613.38
	3712.12	3762.55	3629.87	3576.51	3421.30	3786.46	3659.06	3544.73
5.0% FOS	3747.61	3635.97	3673.03	3666.55	3751.34	3608.29	3575.04	3712.62
	3624.33	3658.85	3571.22	3557.10	3618.05	3633.52	3657.08	3551.88
	4109.36	4096.04	4042.90	4094.66	3836.29	4150.07	4117.11	4155.99
10% FOS	4199.20	4225.41	4003.21	3884.50	4154.52	4072.69	4134.25	4109.20
	4031.24	3968.26	4080.23	4234.98	4185.39	4103.86	4165.06	3964.54
	3618.97	3661.92	3632.91	3779.38	3756.26	3704.74	3486.16	3777.41
6% Inulin	3776.17	3724.19	3647.81	3603.11	3581.56	3653.04	3751.24	3506.60
	3529.00	3688.43	3804.90	3655.33	3660.80	3734.10	3645.22	3710.43
	3923.81	4162.67	4176.01	4065.19	4032.31	4073.94	4149.19	4086.73
9.5% Inulin	4133.81	4105.51	4129.87	4081.54	4090.12	4111.27	4131.86	4178.98
	4105.88	4145.78	4029.73	4097.98	4084.74	4064.66	4097.04	4051.35
	4300.59	4284.53	4255.13	4310.89	4287.96	4172.73	4323.51	4232.74
13% Inulin	4261.39	4325.79	4209.77	4363.46	4253.64	4336.03	4305.77	4280.48
	4253.95	4279.26	4173.59	4261.23	4292.52	4311.62	4197.25	4156.90
	3291.10	3194.35	3313.26	3331.10	3280.71	3342.69	3393.08	3436.98
0.7% XOS	3193.14	3322.37	3443.60	3318.95	3281.61	3352.14	3266.60	3283.59
	3468.42	3315.83	3252.32	3400.61	3424.99	3327.81	3289.54	3362.01
	3228.22	3347.67	3237.79	3280.76	3255.08	3204.98	3309.27	3267.44
1.0% XOS	3320.37	3406.78	3222.80	3294.83	3290.39	3273.16	3340.33	3323.38
	3446.69	3242.61	3435.13	3205.17	3449.09	3329.39	3294.90	3248.72
	3299.69	3180.42	3378.51	3426.59	3407.59	3263.35	3324.59	3447.54
1.4% XOS	3313.05	3373.89	3441.81	3226.40	3343.28	3443.62	3399.18	3390.45
	3426.64	3321.07	3353.74	3328.54	3430.70	3431.27	3439.85	3453.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในผลิตภัณฑ์ (%Brix) ที่มีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติกระหว่างกระบวนการผลิต

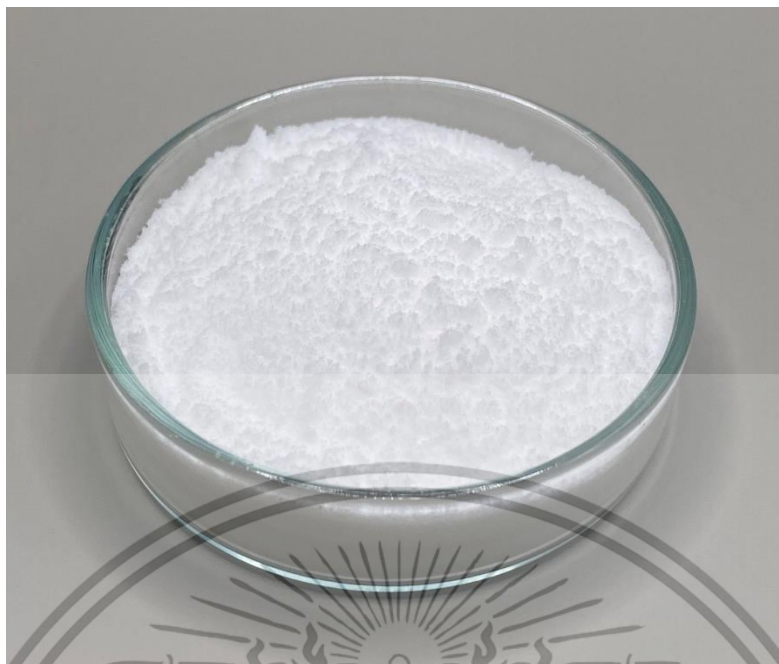
% Brix	ครั้งที่		
	1	2	3
Control	71.6	70.9	71.57
เฉลี่ย		71.36	
3.5% FOS	72.1	71.5	71.5
เฉลี่ย		71.7	
5.0% FOS	71.4	70.9	71.1
เฉลี่ย		71.13	
10% FOS	73.2	72.8	72.0
เฉลี่ย		72.67	
6% Inulin	71.5	71.0	71.6
เฉลี่ย		71.37	
9.5%Inulin	73.4	73.0	72.7
เฉลี่ย		73.03	
13%Inulin	74.2	73.5	73.0
เฉลี่ย		73.57	
0.7%XOS	71.1	70.9	71.5
เฉลี่ย		71.17	
1.0%XOS	71.4	71.7	71.0
เฉลี่ย		71.37	
1.4%XOS	72.0	71.3	71.0
เฉลี่ย		71.43	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ  
ลักษณะทางกายภาพของสารพรีไบโอติก (Prebiotic) และเชื้อโพรไบโอติก  
(Probiotic) ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

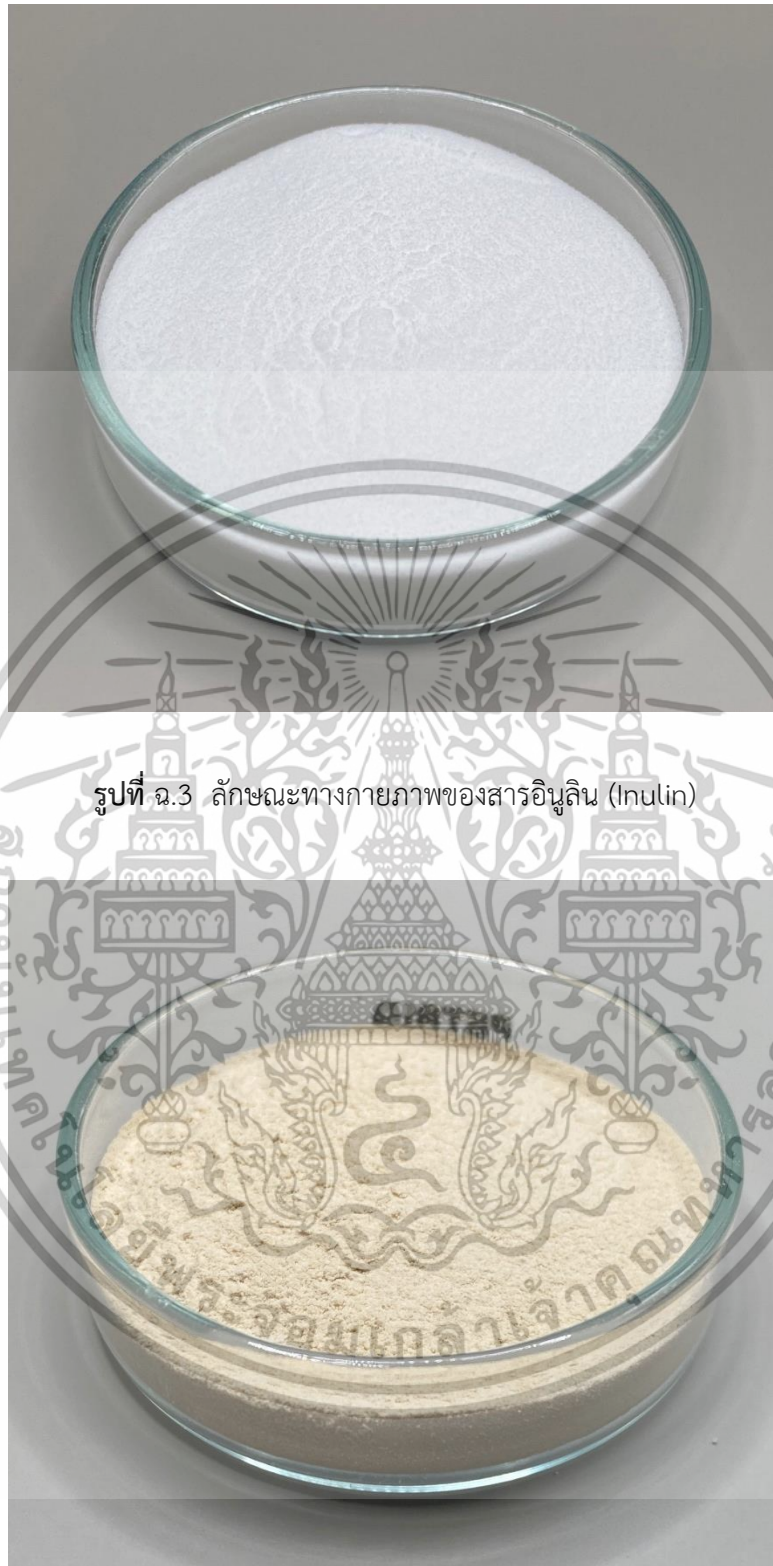


รูปที่ ๑.1 ลักษณะทางกายภาพของสารฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructo-oligosaccharide; FOS)



รูปที่ ๑.2 ลักษณะทางกายภาพของสารไซโลโอลิโกแซคคาไรด์ (Xylo-oligosaccharide; XOS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.3 ลักษณะทางกายภาพของสารอินูลิน (Inulin)

รูปที่ ๓.4 ลักษณะทางกายภาพของเชื้อ *Bacillus coagulans* ชนิดผง (เชิงการค้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ช.1.ผู้ทดสอบทำการสแกน QR code ด้านล่างเพื่อทำแบบทดสอบ



รูปที่ ช.1 QR code แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก

ช.2. ข้อมูลที่ต้องกรอกสำหรับผู้ทำแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ดังนี้

ช.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ ได้แก่ เพศ, อายุ

ช.2.2 ข้อมูลด้านความชอบในการรับประทานผักใบเขียว และด้านความชอบในการรับประทานบัวบก และผลิตภัณฑ์จากบัวบก

ช.2.3 ข้อมูลด้านความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร

ช.2.4 ข้อมูลด้านความชอบในภาพรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เจลลี่  
บัวบกเสริมซินไบโอติก ด้วยวิธี 5 point hedonic scale  
ที่ระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ**

กรุณาทดสอบตัวอย่าง และให้คะแนนที่ท่านมีผลต่อผลิตภัณฑ์ตามที่ท่านเห็นสมควร

**เพศ \***

ชาย

หญิง

**อายุ \***

18-25 ปี

26-30 ปี

31-35 ปี

36-40 ปี

41-45 ปี

46-50 ปี

รูปที่ ข.2 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ ได้แก่ เพศ, อายุ

ความชอบรับประทานผักใบเขียว

- ชอบน้อยที่สุด
- ชอบน้อย
- ชอบปานกลาง
- ชื่นชอบมาก
- ชอบมากที่สุด

รูปที่ ข.3 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในการรับประทานผักใบเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบรับประทานบัวบก/ผลิตภัณฑ์จากบัวบก

- ชอบน้อยที่สุด
- ชอบน้อย
- ชอบปานกลาง
- ชอบมาก
- ชอบมากที่สุด

รูปที่ ข.4 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในการรับประทานบัวบก/ผลิตภัณฑ์จากบัวบก

จงอธิบายความพึงพอใจของท่านต่อ กัมมีเจลลีบัวบกเสริมซินไบโอติกสูตร 13%Inulin \*

	พึงพอใจน้อยที่สุด	พึงพอใจน้อย	พึงพอใจปานกลาง	พึงพอใจมาก	พึงพอใจมากที่สุด
สี	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
กลิ่น	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
รสชาติ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
เนื้อสัมผัส	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

รูปที่ ฉ.5 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตรผสม 13%Inulin

จงอธิบายความพึงพอใจของท่านต่อ กัมมีเจลลีบัวบกเสริมซินไบโอติก สูตร 10%FOS \*

	พึงพอใจน้อยที่สุด	พึงพอใจน้อย	พึงพอใจปานกลาง	พึงพอใจมาก	พึงพอใจมากที่สุด
สี	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
กลิ่น	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
รสชาติ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
เนื้อสัมผัส	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

รูปที่ ข.6 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตรผสม 10%FOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จงอธิบายความพึงพอใจของท่านต่อกัมมีเจลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก สูตร 1.4%XOS \*

	พึงพอใจน้อยที่สุด	พึงพอใจน้อย	พึงพอใจปานกลาง	พึงพอใจมาก	พึงพอใจมากที่สุด
สี	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
กลิ่น	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
รสชาติ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
เนื้อสัมผัส	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

รูปที่ ข.7 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตรผสม 1.4%XOS

ภาพรวมท่านชอบกัมมีเจลลี่บัวบกเสริมซินไบโอติก สูตรใดมากที่สุด

- สูตร 13%Inulin
- สูตร 10%FOS
- สูตร 1.4%XOS

รูปที่ ข.8 แบบฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูลด้านความชอบในภาพรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกให้เป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัยต่อการบริโภค

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ และมาตรา ๖ (๓) (๔) (๕) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“จุลินทรีย์โพรไบโอติก (Probiotic)” หมายความว่า จุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้เกิดผลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ทั้งนี้ไม่รวมถึง

- (๑) จุลินทรีย์ ที่ใช้เป็นสารชีวบำบัด (biotherapeutic agents)
- (๒) จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (beneficial microorganisms) ที่ไม่ใช้ในอาหาร
- (๓) จุลินทรีย์ที่ได้จากการตัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Microorganism, GMM)
- (๔) จุลินทรีย์ บั๊กเตรี แบคทีเรีย หรือยีสต์ ตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ดังต่อไปนี้

(๔.๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๑๔๔ (พ.ศ. ๒๕๓๕) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ ๒ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๓๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๓๐๑) พ.ศ. ๒๕๔๙ เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ ๔) ลงวันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙

(๔.๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๑๕๖ (พ.ศ. ๒๕๓๗) เรื่อง นมดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก ลงวันที่ ๑๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๓๗

(๔.๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๑๕๗ (พ.ศ. ๒๕๓๗) เรื่อง อาหารทารกและอาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก ลงวันที่ ๑๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๓๗

(๔.๔) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๑๕๘ (พ.ศ. ๒๕๓๗) เรื่อง อาหารเสริมสำหรับทารกและเด็กเล็ก ลงวันที่ ๑๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๓๗

(๔.๕) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๖๖) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง นมปรุงแต่ง ลงวันที่ ๑๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

(๔.๖) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๖๗) พ.ศ. ๒๕๔๕ เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม ลงวันที่ ๑๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

**รูปที่ ข.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร**  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๕) จุลินทรีย์ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศฉบับนี้ ที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นตามความจำเป็นในกระบวนการผลิตอาหารและได้ปฏิบัติตามประกาศว่าด้วยเรื่องนั้น ๆ แล้ว

“การกล่าวอ้างทางสุขภาพ (Health Claim)” หมายความว่า การแสดงรูป รุปภาพ รอยประดิษฐ์ เครื่องหมาย เครื่องหมายการค้า หรือข้อความใด ๆ บนฉลาก ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ส่วนประกอบของอาหาร หรือสารอาหารซึ่งเกี่ยวข้องกับสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม แบ่งเป็น ๓ ลักษณะ ได้แก่

(๑) การกล่าวอ้างหน้าที่สารอาหาร (Nutrient function claim) หมายความว่า การแสดงสรรพคุณ หรือคุณประโยชน์เกี่ยวกับบทบาทของสารอาหารที่มีผลต่อสรีรวิทยาของร่างกาย เช่น การเจริญเติบโต การพัฒนา หรือการกระทำหน้าที่ตามปกติของร่างกาย ซึ่งผ่านการพิสูจน์และเป็นที่ยอมรับในทางวิชาการแล้ว เช่น แคลเซียมช่วยให้กระดูกและฟันแข็งแรง

(๒) การกล่าวอ้างหน้าที่อื่น (Other function claim) หมายความว่า การแสดง สรรพคุณ หรือคุณประโยชน์นอกเหนือจาก (๑) ของอาหารหรือส่วนประกอบของอาหารที่มีผลในทางเสริมสุขภาพ อย่างเฉพาะเจาะจง (specific beneficial effects) หรือช่วยในการกระทำหน้าที่ให้ดียิ่งขึ้น (improvement of function) เช่น การกล่าวอ้างหน้าที่ส่วนประกอบของอาหารที่มีผลช่วยกระตุ้น การดูดซึมแคลเซียม

(๓) การกล่าวอ้างการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค (Reduction of disease risk claim) หมายความว่า การแสดงสรรพคุณ คุณประโยชน์ของอาหาร หรือส่วนประกอบของอาหาร ที่มีผลในการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค อากาศ หรือสภาวะใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (health-related condition) โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงปัจจัยเสี่ยงหลัก (major risk factor) สำหรับโรคนั้น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ เช่น การกล่าวอ้างว่าอาหารที่มีแคลเซียมสูงมีผลช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคกระดูกพรุน

ข้อ ๒ อาหารที่มีการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และต้องใช้จุลินทรีย์ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศฉบับนี้ และมีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ คงเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า  $10^6$  CFU ต่ออาหาร ๑ กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้น

การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศฉบับนี้ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าต้องส่งมอบหลักฐานแสดงผลการประเมินความปลอดภัย และคุณสมบัติการเป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติก ตามหลักการใน Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, ปี ค.ศ. ๒๐๐๒ พร้อมรายละเอียดข้อมูลประกอบการยื่นขออนุญาต ดังนี้

(๑) การตรวจเอกลักษณ์ของสกุล (genus) ชนิด (species) สายพันธุ์ (strain) ด้วยวิธีการที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน ทั้งทางลักษณะ (phenotype) และทางพันธุกรรม (genotype) และการเรียกชื่อ (nomenclature) ของจุลินทรีย์นั้นต้องเป็นชื่อที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและเป็นที่ยอมรับกัน ในทางวิทยาศาสตร์

รูปที่ ข.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ต่อ)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (๒) การทดสอบคุณสมบัติการเป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติก ดังนี้
- (๒.๑) การทนต่อสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร (resistance to gastric acidity)
  - (๒.๒) การทนต่อสภาวะของเกลือน้ำดี (bile salt resistance)
  - (๒.๓) ความสามารถในการเกาะติดกับเยื่อเมือก หรือ เซลล์ผิวเยื่อของมนุษย์หรือ เซลล์ไลน์ (adherence to mucus and/or human epithelial cells and cell line)
  - (๒.๔) ฤทธิ์ของเอนไซม์ไฮโดรเลสในการย่อยเกลือน้ำดี (bile salt hydrolase activity)
- และ
- (๒.๕) คุณสมบัติอื่น ๆ (ถ้ามี) แล้วแต่กรณี
- (๓) การประเมินความปลอดภัยของจุลินทรีย์โพรไบโอติกต่อมนุษย์ โดยการทดสอบ นอกกาย (in vitro) หรือในสัตว์ (in vivo) และการศึกษาในมนุษย์ เพื่อประเมินความปลอดภัย และปฏิกิริยาของร่างกายต่อจุลินทรีย์โพรไบโอติก ดังนี้
- (๓.๑) การติดต่อสารปฏิชีวนะ
  - (๓.๒) การประเมินฤทธิ์ทางเมแทบอลิก เช่น การผลิตดี - แล็กเทต (D-lactate) หรือ การสลายเกลือน้ำดี เป็นต้น
  - (๓.๓) การประเมินผลข้างเคียงระหว่างการศึกษามนุษย์
  - (๓.๔) การเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาของอุบัติการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ในผู้บริโภค หลังออกจำหน่ายในท้องตลาด
  - (๓.๕) การสร้างสารพิษ กรณีที่สายพันธุ์ที่ประเมินนั้นเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่มีการผลิตสารพิษ และ
  - (๓.๖) ฤทธิ์ทางฮีมโกลิติก กรณีที่สายพันธุ์ที่ประเมินนั้นอยู่ในกลุ่มของจุลินทรีย์ ชนิดที่มีโอกาสทำให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง
- ข้อ ๓ การกล่าวอ้างทางสุขภาพสำหรับการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหารต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไข ดังนี้
- (๑) ผู้ผลิต หรือผู้นำเข้าต้องแจ้งรายละเอียดของอาหารและส่วนประกอบของอาหารในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกล่าวอ้างนั้นให้ครบถ้วนและเพียงพอ และต้องส่งมอบผลการศึกษามนุษย์อย่างน้อยจากสองสถาบัน เพื่อประกอบการพิจารณาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์โพรไบโอติกต่อสุขภาพ ดังนี้
  - (๑.๑) การศึกษามนุษย์ที่มีการออกแบบอย่างดี (well design human intervention study) หรือ
  - (๑.๒) การศึกษามนุษย์ที่มีการออกแบบอื่น ๆ ที่เหมาะสมโดยมีจำนวน ตัวอย่าง และผลการศึกษเบื้องต้นที่เพียงพอที่จะพิจารณาประสิทธิภาพของสายพันธุ์หรืออาหาร
- การออกแบบการศึกษามนุษย์ตามข้อ (๑.๑) และข้อ (๑.๒) ต้องมีการออกแบบการศึกษาที่คำนึงถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

**รูปที่ ข.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ต่อ)**  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) กลุ่มศึกษาต้องเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรเป้าหมายได้ (study groups that are representative of the target group)

(ข) กลุ่มควบคุม (control) ต้องเหมาะสม (appropriate control)

(ค) ช่วงระยะเวลาการได้รับสัมผัสที่เพียงพอและมีการติดตามเพื่อแสดงผลที่มุ่งหมายให้เกิดขึ้น (an adequate duration of exposure and follow up to demonstrate the intended effect)

(ง) การแสดงพื้นฐานการบริโภคอาหารและรูปแบบการใช้ชีวิตด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของกลุ่มศึกษา (characterization of the study groups' background diet and other aspects of relevant of lifestyle)

(จ) ปริมาณของอาหารและส่วนประกอบของอาหารที่สอดคล้องกับรูปแบบการบริโภคที่มุ่งหมาย (an amount of the food or food component consistent with its intended pattern of consumption)

(ฉ) ประเภทและบริบทของอาหารที่ส่งผลต่อหน้าที่ของจุลินทรีย์ โปรไบโอติก (the influence of the food matrix and dietary context on the functional effect of the component)

(ช) การตรวจติดตามความเป็นไปตามข้อกำหนดในการบริโภคอาหารหรือส่วนประกอบของอาหารที่ใช้ทดลองของกลุ่มศึกษา (monitoring of subjects' compliance concerning intake of food or food component under test)

(ซ) วิธีทางสถิติที่มีความหนักแน่นและเหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน (the statistical power to test the hypothesis)

ผลการศึกษาดังกล่าว (๑.๑) และข้อ (๑.๒) ดังกล่าว อย่างน้อยต้องระบุตัวแปร หรือปัจจัยที่กำหนด (parameter) ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชนิดและประเภทของอาหาร ขนาดหน่วยบริโภค ปริมาณของจุลินทรีย์โปรไบโอติก และระยะเวลาที่ทำให้เกิดผลตามความมุ่งหมายในการใช้ กรณีที่ผลการศึกษานั้นไม่สามารถวัดจุดสิ้นสุด (endpoint) โดยตรงได้ เนื่องจากผลกระทบต่อสุขภาพหรือ ประโยชน์หลักที่ต้องใช้เวลาเนิ่นนานจึงจะปรากฏให้เห็น ความเป็นไปได้หรือประเด็นทางจริยธรรม และข้อจำกัดทางทรัพยากร เช่น ค่าตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าใช้จ่ายสูง อาจใช้ตัวชี้วัด (markers) ที่เหมาะสมแทน โดยตัวชี้วัดดังกล่าวต้องมีความถูกต้องทางชีวภาพซึ่งสัมพันธ์ต่อผลลัพธ์สุดท้ายและความแปรผันภายในประชากรกลุ่มเป้าหมาย และต้องมีความถูกต้องทางวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะ ของตัวชี้วัดนั้น

(๒) การกล่าวอ้างทางสุขภาพต้องพิสูจน์ได้ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลและหลักฐานที่มีน้ำหนักเพียงพอในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(๒.๑) ผลที่ได้สอดคล้องกับผลจากหลักฐานหรือวิธีการอื่น

(๒.๒) ความถูกต้องตามวิธีการด้านเทคโนโลยีการอาหาร

(๒.๓) การเก็บตัวอย่างเป็นแบบสุ่มเลือก

**รูปที่ ข.1** ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในอาหาร (ต่อ)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๒.๔) ความสัมพันธ์ด้านการตอบสนองระหว่างปริมาณอาหารหรือส่วนประกอบของอาหาร และผลทางสุขภาพที่เกี่ยวข้อง

(๒.๕) ความเป็นไปได้ทางชีวภาพ

(๓) เงื่อนไขการแสดงการกล่าวอ้างทางสุขภาพบนฉลาก ต้องเป็นดังนี้

การกล่าวอ้างทางสุขภาพต้องไม่ทำให้เข้าใจว่าการบริโภคอาหาร ส่วนประกอบของอาหาร หรือสารอาหารนั้น สามารถบำบัด บรรเทา รักษา หรือป้องกันโรคได้ และต้องแสดงข้อความเป็นภาษาไทย ด้วยขนาดตัวอักษรที่ใกล้เคียงกัน เห็นได้ง่าย อ่านได้ชัดเจน และอาจมีข้อความในภาษาอื่นที่มีความหมายทำนองเดียวกันกับภาษาไทยแสดงไว้ด้วยก็ได้ และข้อความแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

(๓.๑) ข้อความว่า “ผลิตภัณฑ์นี้ไม่ใช่สำหรับรักษา บำบัด บรรเทา หรือป้องกันโรค”

(๓.๒) สกุล (Genus) ชนิด (Species) และสายพันธุ์ (Strain) ของจุลินทรีย์ โปรไบโอติก ที่เป็นส่วนผสม

(๓.๓) ปริมาณและช่วงระยะเวลาที่แนะนำให้บริโภคซึ่งให้ผลต่อสุขภาพตามกล่าวอ้าง

(๓.๔) ข้อความกล่าวอ้างทางสุขภาพ เช่น “จุลินทรีย์โปรไบโอติก” “โปรไบโอติก” หรือข้อความกล่าวอ้างอื่น

(๓.๕) ข้อแนะนำการใช้ และสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม

(๓.๖) ช่องทางสำหรับให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภค เช่น สถานที่ติดต่อ หมายเลข โทรศัพท์ หรือเว็บไซต์

ข้อ ๔ การแสดงฉลากของอาหารที่มีจุลินทรีย์โปรไบโอติกให้เป็นไปตาม

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุขด้วยเรื่อง ฉลาก

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลากโภชนาการ

(๓) ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องอาหารนั้น

ข้อ ๕ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารตามข้อ ๒ อยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ปฏิบัติให้เป็นไปตามประกาศฉบับนี้ภายในหนึ่งปีนับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ และให้ใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปได้ แต่ไม่เกินหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ

ข้อ ๖ ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๔

จรินทร์ ลักษณวิศิษฏ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

รูปที่ ๗.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในอาหาร (ต่อ)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัญชีรายชื่อเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติกสำหรับใช้ในอาหาร  
แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

๑. บาซิลลัส โคแอกกูแลน	<i>Bacillus coagulans</i>
๒. บีฟิโดแบคทีเรียม อะโดเลสเซนทิส	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>
๓. บีฟิโดแบคทีเรียม อะนิมาลิส	<i>Bifidobacterium animalis</i>
๔. บีฟิโดแบคทีเรียม บิฟิดุม	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
๕. บีฟิโดแบคทีเรียม เบรเว	<i>Bifidobacterium breve</i>
๖. บีฟิโดแบคทีเรียม อินฟานทิส	<i>Bifidobacterium infantis</i>
๗. บีฟิโดแบคทีเรียม แล็กทิส	<i>Bifidobacterium lactis</i>
๘. บีฟิโดแบคทีเรียม ลองกัม	<i>Bifidobacterium longum</i>
๙. บีฟิโดแบคทีเรียม ซูโดลองกัม	<i>Bifidobacterium pseudolongum</i>
๑๐. เอ็นเทอโรค็อกคัส ดูแรน	<i>Enterococcus durans</i>
๑๑. เอ็นเทอโรค็อกคัส เฟเซียม	<i>Enterococcus faecium</i>
๑๒. แล็กโทบาซิลลัส แอซิโดฟิลัส	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
๑๓. แล็กโทบาซิลลัส คริสปาทัส	<i>Lactobacillus crispatus</i>
๑๔. แล็กโทบาซิลลัส แก็สเซอร์	<i>Lactobacillus gasseri</i>
๑๕. แล็กโทบาซิลลัส จอห์นโซนิ	<i>Lactobacillus johnsonii</i>
๑๖. แล็กโทบาซิลลัส พาราเคส	<i>Lactobacillus paracasei</i>
๑๗. แล็กโทบาซิลลัส เรูเทอริ	<i>Lactobacillus reuteri</i>
๑๘. แล็กโทบาซิลลัส รามโนซัส	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
๑๙. แล็กโทบาซิลลัส ซาลิวาเรียส	<i>Lactobacillus salivarius</i>
๒๐. แล็กโทบาซิลลัส ซีอี	<i>Lactobacillus zeae</i>
๒๑. โพรพิโอนิบาคทีเรียม อะราบินอซุม	<i>Propionibacterium arabinosum</i>
๒๒. สแตปฟีโลคอคคัส สไน์ยูริ	<i>Staphylococcus sciuri</i>
๒๓. แซ็กคาโรไมซีส เซอวีซีอี สับสปีชีส์ บัวลาดีอี	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> subsp. <i>Boulardii</i>

อ้างอิงจาก *Bulletin of the International Dairy Federation No.377/2002*

รูปที่ ข.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 339 ปี 2554 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ต่อ)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข  
(ฉบับที่ ๓๔๖) พ.ศ. ๒๕๕๕  
เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (ฉบับที่ ๒)

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๓) (๔) (๕) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นวรรคสอง ของข้อ ๒ แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร ลงวันที่ ๒๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๔

“ในกรณีที่มีการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกตามวรรคหนึ่งมากกว่าหนึ่งชนิด ปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ของแต่ละชนิด ต้องคงเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า  $10^6$  CFU ต่ออาหาร ๑ กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้นด้วย”

ข้อ ๒ ให้ยกเลิกความใน (๓.๒) และ (๓.๔) ของข้อ ๓ (๓) แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร ลงวันที่ ๒๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๔ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“(๓.๒) สกุล (Genus) ชนิด (Species) และสายพันธุ์ (Strain) (ถ้ามี) ของจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เป็นส่วนผสม

(๓.๔) ข้อความการกล่าวอ้างทางสุขภาพ”

ข้อ ๓ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารที่มีการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ปฏิบัติให้เป็นไปตามประกาศฉบับนี้ภายในหนึ่งปีนับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ

ข้อ ๔ ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๕

วิทยา บุรณศิริ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

รูปที่ ข.2 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 346 ปี 2555 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร  
(ฉบับที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นฤมล เรืองไทย
วัน เดือน ปีเกิด	23 กันยายน 2537
ที่อยู่	13/3 ม.5 ซ.รัตนภิบาล ต.บางเพรียง อ.บางป่อ จ.สมุทรปราการ 10560
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สมุทรปราการ พ.ศ. 2561 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง พ.ศ. 2567 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้