ผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก

GUMMY JELLY PRODUCT COMPOSING of *Cordyceps militaris* and PREBIOTIC

ชญานนท์ สุขจิต

CHAYANON SUKJIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2024-SC-M-020-068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GUMMY JELLY PRODUCT COMPOSING of *Cordyceps militaris* and PREBIOTIC

CHAYANON SUKJIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2024

KMITL-2024-SC-M-020-068

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2024
SCHOOL OF SCHOOL
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก
ชื่อนักศึกษา นายชญานนท์ สุขจิต
รหัสนักศึกษา 64605026
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา ชีววิทยา
พ.ศ. 2567
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ อารี ฤทธิบูรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.อรชร เมฆเกิดชู

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาการผลิตเยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก โดยทำการศึกษาปริมาณส่วนผสมของเยลลี่กัมมี่ วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในถั่งเช่าสีทอง ทดสอบความเป็นพรีไบโอติกของน้ำตาลฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่เป็นส่วนประกอบในเยลลี่กัมมี่ ศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ทดสอบคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาเบื้องต้น ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และทำการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์ ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตทั้งหมดในการทำผลิตภัณฑ์ ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ พบปริมาณสารคอร์ดิเซปิน เท่ากับ 3.8 มิลลิกรัม/กรัม และสารอะดิโนซีน เท่ากับ 1.1 มิลลิกรัม/กรัม และในการวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ความเข้มข้นของสารสกัดในช่วง 20-160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีฤทธิ์ยับยั้งที่ร้อยละ 14.43-66.23 มี ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สอดคล้องกับวิธี ABTS มีความเข้มข้นของสารสกัดช่วง 5-160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีฤทธิ์ในการยับยั้งที่ร้อยละ 4.95-72.45 มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.11 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และพบปริมาณพอลิแซคคาไรด์ 15.87$\pm$0.062 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในส่วนของการทดสอบความเป็นพรีไบโอติก พบว่าฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 สามารถช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของ *L. casei* ได้ มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะเท่ากับ 0.05 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับตัวควบคุม และในทดลองเลี้ยงเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียโปรไบโอติกและแบคทีเรียก่อโรค พบว่า *L. casei* สามารถเจริญเติบโตได้ และยังแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้ และในการผลิตเยลลี่กัมมี่พบว่าปัจจัยในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุด (น้ำหนักต่อปริมาตร) คือปริมาณน้ำตาลร้อยละ 25 ปริมาณกรดซิตริกร้อยละ 1 ปริมาณของถั่งเช่าสีทองร้อยละ 1 และผงคลุกที่เป็นผงไอซิ่งเพียงอย่างเดียวร้อยละ 1 ผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้ายที่ได้ มีเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งครั้งที่ 1 อยู่ที่ 122.41 นิวตัน ความแข็งครั้งที่ 2 อยู่ที่ 87.35 นิวตัน การเกาะตัวกัน 0.51 ความยืดหยุ่น 5.83 มิลลิเมตร ความเหนียว 62.01 นิวตัน ความยากในการเคี้ยว 0.37 นาโนเมตร และการเกาะติดวัตถุ 0.02 มิลลิเมตรกิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรง และสีของเยลลี่กัมมี่มีค่าสว่าง (L*) เท่ากับ 10.72 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 10.52 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 13.93 และมีค่า pH อยู่ที่ 3.72 จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ ความพึงพอใจโดยรวมในตัวผลิตภัณฑ์ มีค่าอยู่ที่ 3.41 คะแนนความชอบ คือ ชอบปานกลาง และความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.07 คะแนนความชอบ คือ ชอบ จากนั้นทำการตรวจวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย พบว่ามีปริมาณพลังงานอยู่ที่ 223 กิโลแคลอรี่ ไม่พบไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และคอเลสเตอรอล คาร์โบไฮเดรต 29.1 กรัม น้ำตาล 23.7 กรัม โปรตีน 26.7 กรัม โซเดียม 96 มิลลิกรัม และโพแทสเซียม 44 มิลลิกรัม ปริมาณเถ้า 0.39 กรัม และมีความความชื้นอยู่ที่ 43.80 กรัม (ปริมาณทั้งหมดต่อ 100 กรัม) และมีค่าแอคทิวิตี้ของน้ำอยู่ที่ 0.94 จากการตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาเบื้องต้น ไม่พบการปนเปื้อนในปริมาณที่เป็นอันตรายของจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งหมด ในการศึกษาการเก็บรักษาระยะ 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้องพบเชื้อราในผลิตภัณฑ์ และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก และมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของลักษณะทางกายภาพและสีเล็กน้อย มีค่า pH ที่เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 3.84 และมีค่าแอคทิวิตี้ของน้ำอยู่ที่ 0.95 จากนั้นเมื่อทำการคำนวณต้นทุนการผลิตทั้งหมด สามารถขายผลิตภัณฑ์ได้ในราคากระปุกละ 35 บาทในปริมาตรสุทธิ 30 กรัม

คำสำคัญ : เยลลี่กัมมี่, ถังเช่าสีทอง, สารต้านอนุมูลอิสระ, คอร์ดิเซปิน, อะดีโนซีน, พอลิแซ็กคาไรด์, พรีไบโอติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Gummy Jelly Product Incomposted of *Cordyceps militaris* and Prebiotic
Student	Chayanon Sukjit
Student ID	64605026
Degree	Master of Science (Biotechnology)
Department	Biology
Year	2024
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Aree Ritthiboon
Thesis Co Advisor	Dr. Orachorn Mekkerdchoo

Abstract

This thesis investigates the production of jelly gummies composing of *Cordyceps militaris* and prebiotics. The study encompasses ingredient proportions for jelly gummies, quantification of bioactive compounds in *C. militaris*, prebiotic testing of fructooligosaccharides as ingredient in the gummies, physical and chemical characterization of the product, microbiological testing, shelf-life analysis, and product label design. Sensory evaluation and consumer acceptance testing for both the product and packaging were conducted, along with a complete production cost analysis. Analysis of active compounds revealed 3.8 mg/g of cordycepin and 1.1 mg/g of adenosine. Antioxidant activity using the DPPH assay showed inhibition rates ranging from 14.43% to 66.23% at extract concentrations between 20-160 µg/mL, with an IC_{50} of 0.10 mg/mL. These results aligned with the ABTS assay at extract concentrations between 5-160 µg/mL showed inhibition rates ranging from 4.95% to 72.45% with an IC_{50} of 0.11 mg/mL. Polysaccharide content was found to be 15.87 ± 0.062 mg/mL. Prebiotic testing demonstrated that 1% fructooligosaccharides stimulated the growth of *Lactobacillus casei* with a specific growth rate of 0.05, similar to that of the control. In co-cultures with probiotic and pathogenic bacteria, *L. casei* grew effectively and showed inhibitory effects on pathogens. The optimal jelly gummy formulation contained 25% sugar, 1% citric acid, 1% *C. militaris*, and 1% icing powder. Texture profile analysis of the final gummy product reported 122.41 N for hardness 1, 87.35 N for hardness 2, cohesiveness of 0.51, springiness of 5.83 mm, gumminess of 62.01 N, chewiness of 0.37 nm, and adhesiveness of 0.02 mm/kg. The color measurements

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

showed a lightness (L*) of 10.72, redness (a*) of 10.52, and yellowness (b*) of 13.93, with a pH of 3.72. Sensory and consumer acceptance evaluations showed the overall product satisfaction rating was 3.41, indicating a neutral response, while packaging satisfaction was rated at 4.07, indicating a favorable response. Nutritional analysis of the final product showed an energy content of 223 kcal per 100 g, fats, saturated fat and cholesterol were not found, with 29.1 g carbohydrates, 23.7 g sugars, 26.7 g protein, 96 mg sodium, 44 mg potassium, 0.39 g ash, 43.80 g moisture and a water activity level of 0.94. Microbiological testing confirmed that no harmful pathogen contamination was detected. After a one-month storage period at room temperature, mold growth was observed, while storage at 4°C resulted in increased levels of bacteria, yeast, and mold, with minor changes in physical properties, color, and a pH increase to 3.84. The water activity also increased slightly to 0.95. Following the cost analysis, the product was determined to be economically feasible for sale at 35 THB per 30 g jar.

Keywords: jelly gummies, *Cordyceps militaris*, antioxidants, cordycepin, adenosine, polysaccharides, prebiotics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาของรองศาสตราจารย์อารี ฤทธิบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.อรชร เมฆเกิดชู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมทั้งชี้แนะข้อบกพร่องและชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาแก่ผู้จัดทำ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัย คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สีหนาท ประสงค์สุข ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร. วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและแก้ไขตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนความรู้ต่าง ๆ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนบุคลากรและเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาชีววิทยา เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์เครื่องมือบริการวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาและผู้ปกครอง ที่ให้โอกาสในการศึกษาอันมีค่ายิ่ง และให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีให้เสมอมา

ขอบคุณนายตันติกร เติมแก้ว และนางสาวญาดา วรโภคานันท์ มิตรสหายที่คอยช่วยเหลือผู้วิจัยใน ทุก ๆ ด้านด้วยความจริงใจ และคอยเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุน เอื้อเฟื้อ

ชญานนท์ สุขจิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฏ
สารบัญรูป ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 2
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 เยลลี่ 4
2.1.1 ความหมายของเยลลี่ 4
2.1.2 รูปแบบของเยลลี่ 4
2.1.3 ส่วนประกอบของเยลลี่ 5
2.2 สารที่ทำให้เกิดเจล 5
2.2.1 แคปปา-คาราจีแนน 6
2.2.2 เจลาติน 7
2.3 ถั่งเช่าสีทอง 8
2.3.1 สายพันธุ์ถั่งเช่าสีทอง 8
2.3.2 การเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง 8
2.3.3 ประโยชน์ของถั่งเช่าสีทอง 10
2.3.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของถั่งเช่าสีทอง 10
2.3.4.1 สารคอร์ดิเซปิน 10
2.3.4.2 สารอะดีโนซีน 12
2.3.4.3 พอลิแซคคาไรด์ 13
2.3.4.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ 15
2.3.4.5 สารต้านอนุมูลอิสระ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.3.4.6 อนุมูลอิสระ 22
2.4 สารให้ความหวาน 20
2.4.1 น้ำตาลซูโครส 20
2.4.2 น้ำตาลเด็กซ์โตรส 20
2.4.3 น้ำตาลอื่น ๆ ที่นำมาใช้ 21
2.4.4 น้ำเชื่อมกลูโคส 22
2.4.5 น้ำเชื่อมฟรักโตส 22
2.5 เพคติน 22
2.5.1 เพคตินคืออะไร 22
2.5.2 โครงสร้างของเพคติน 23
2.5.3 ชนิดของเพคติน 23
2.5.4 สารประกอบเพคติน 24
2.5.5 สมบัติของเพคติน 24
2.6 พรีไบโอติก 24
2.6.1 ความหมายและคุณสมบัติสารพรีไบโอติก 25
2.6.2 ประเภทของสารพรีไบโอติก 24
2.6.3 พรีไบโอติกที่พบในธรรมชาติ 24
2.6.4 สมบัติพรีไบโอติกของฟลุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ 24
2.6.5 ประโยชน์ของพรีไบโอติก 24
2.6 โอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟฟิโนส 24
2.8 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรส 34
2.8.1 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสตามธรรมชาติ 34
2.8.2 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสเลียนแบบธรรมชาติ 34
2.8.3 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสที่สังเคราะห์ขึ้น 34
2.9 สารแต่งสี 34
2.10 สารควบคุมความเป็นกรด 35
2.11 สารเคลือบผิว 25
2.12 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 41
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.1.1 เชื้อจุลินทรีย์ 41
3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ 41
3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ 42
3.2 การเตรียมถั่งเช่าสีทองเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเยลลี่และการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 43
3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้น 43
3.2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารแข็ง Potato Dextrose Agar 43
3.2.1.2 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารเหลว Potato Dextrose Broth 44
3.2.1.3 การถ่ายหัวเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อสภาวะแข็งที่มีข้าวสังข์หยดเป็นแหล่งคาร์บอน 44
3.2.1.4 การเก็บเกี่ยวฟรุตติ้งบอดี้ของถั่งเช่าสีทอง 44
3.3 การวิเคราะห์สารสำคัญในถั่งเช่าสีทอง 44
3.3.1 การวิเคราะห์สารคอร์ดิเซปินและอะดีโนซีนในถั่งเช่าสีทองด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง 44
3.3.1.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ 44
3.3.1.2 ขั้นตอนการสกัด 45
3.3.1.3 การวิเคราะห์สารคอร์ดิเซปินและสารอะดีโนซีน 45
3.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ในถั่งเช่าสีทอง 45
3.3.2.1 ขั้นตอนการสกัด 45
3.3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน 45
3.3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 46
3.3.3.1 ขั้นตอนการสกัด 46
3.3.3.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 46
3.3.3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS 46
3.4 ศึกษาคุณสมบัติความเป็นสารพรีไบโอติก 47
3.4.1 การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์เป้าหมาย 47
3.4.1.1 แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก 47
3.4.1.2 จุลินทรีย์ก่อโรค 47
3.4.2 ทดสอบความสามารถการกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก 47
3.4.3 ทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.4.4 ศึกษาการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคบนอาหารแข็ง ด้วยวิธี gel diffusion assay 48
3.5 การเตรียมผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง 48
3.5.1 การผลิตเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 48
3.6 ปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง 49
3.6.1 การแปรผันปริมาณถั่งเช่าสีทอง 49
3.6.2 การแปรผันปริมาณน้ำตาลมะพร้าว 49
3.6.3 ปริมาณของกรดซิตริก 50
3.6.4 การแปรผันปริมาณอัตราส่วนของผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่งเพื่อคลุกเยลลี่กัมมี่ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 51
3.7 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีถั่งเช่าสีทองเป็นองค์ประกอบ 51
3.7.1 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอาหาร 51
3.7.2 การวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสี 52
3.8 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 52
3.8.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง 52
3.8.2 การวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย 52
3.9 การวิเคราะห์ลักษณะทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 52
3.9.1 การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร 52
3.9.2 วิธีการตรวจแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม ด้วยวิธี MPN 53
3.10 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา 53
3.11 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่ได้และบรรจุภัณฑ์ 53
3.12 การทดสอบทางสถิติ 53
3.13 การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 54
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 55
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสำคัญคอร์ดิเซปินและอะดิโนซีนของเห็ดถั่งเช่าสีทอง 55
4.2 ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS 55
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน 57
4.4 ศึกษาคุณสมบัติความเป็นสารพรีไบโอติก 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.4.1 ผลการกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก 57
4.4.2 ผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค 59
4.5 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 60
4.5.1 ผลของการเติมน้ำตาลมะพร้าว 60
4.5.2 ผลของกรดซิตริกต่อค่า pH ในผลิตภัณฑ์ 60
4.5.3 ผลของปริมาณถังเช่าสีทองต่อลักษณะกายภาพ 61
4.5.4 ผลของปริมาณผงคลุกถั่งเช่าสีทองละเอียดกับน้ำไอซิ่ง 61
4.6 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ 61
4.6.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส 61
4.6.2 ผลการวิเคราะห์การวัดสี 62
4.7 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สีทอง 62
4.7.1 ผลการวัดความเป็นกรด-ด่าง 62
4.7.2 ผลการวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย 63
4.8 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สีทอง 63
4.8.1 ผลการตรวจวัดจุลินทรีย์ในอาหาร 63
4.9 ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา 64
4.9.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส 64
4.9.2 ผลการวิเคราะห์การวัดสี 66
4.9.3 ผลการวัดความเป็นกรด-ด่าง 67
4.9.4 ผลการตรวจวัดจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ 67
4.10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสความพึงพอใจของผู้บริโภค 30 คน ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ 68
4.10.1 การวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆต่อผลิตภัณฑ์ 68
4.11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากความพึงพอใจของผู้บริโภค 30 คน ที่มีผลต่อบรรจุภัณฑ์ 71
4.11.1 การวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในด้านต่างๆต่อบรรจุภัณฑ์ 71
4.12 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่ได้และบรรจุภัณฑ์ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.12.1 ผลค่าเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก 73
4.12.2 ผลค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในด้านต่างๆต่อบรรจุภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก 73
4.13 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 77
5.1 สรุปผลการวิจัย 77
5.2 ข้อเสนอแนะ 77
เอกสารอ้างอิง 80
ภาคผนวก 97
ภาคผนวก ก การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 97
ภาคผนวก ข การเตรียมสารสำหรับการวิเคราะห์ 99
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ลักษณะต่างๆของเยลลี่กัมมี่ 105
ภาคผนวก ง แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค 110
ภาคผนวก จ วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab 113
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ 116
ภาคผนวก ช ฉลากและข้อมูลทางโภชนาการ 121
ภาคผนวก ซ การตรวจหาแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและ *E. coli* ในอาหาร 124
ภาคผนวก ฌ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ.2543 เรื่องแยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท 128
ภาคผนวก ญ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 100) พ.ศ.2529 เรื่องการแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ 131
ภาคผนวก ฎ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 194 เรื่องฉลากอาหาร พ.ศ.2543 133
ภาคผนวก ฏ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง แนวทางการพิจารณาอนุญาตถั่งเช่าสีทองเป็นอาหารหรือส่วนประกอบในอาหาร พ.ศ.2562 136
ภาคผนวก ฐ สุขลักษณะ (ข้อ 4.1) 139
ประวัติผู้เขียน 141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 สูตรของผลิตภัณฑ์เยลลี่เคี้ยวหนึบ 48
3.2 สูตรเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่ทำการแปรผันปริมาณของถั่งเช่าสีทอง 49
3.3 สูตรเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่ทำการแปรผันปริมาณของน้ำตาลมะพร้าว 50
3.4 สูตรเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่ทำการแปรผันปริมาณของกรดซิตริก 50
3.5 สูตรเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่ทำการแปรผันการคลุกผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่ง 51
4.1 ผลของค่าความเป็นกรด-ด่างต่อปริมาณของกรดซิตริก 61
4.2 ผลการตรวจวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย 63
4.3 ผลการทดสอบวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร 64
4.4 ผลการทดสอบเนื้อสัมผัสของเยลลี่กัมมี่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 65
4.5 ผลการทดสอบการวัดสีในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 66
4.6 ผลการทดสอบการวัดความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่กัมมี่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง 67
4.7 ผลการทดสอบการวัดปริมาณจุลินทรีย์ของเยลลี่กัมมี่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 เดือน 68
4.8 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในปริมาณน้ำตาลมะพร้าวที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 20, 25 และ 30 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร 69
4.9 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในการแปรผันปริมาณกรดซิตริกที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 0.8, 1.0 และ 1.2 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร 69
4.10 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในการแปรผันปริมาณถั่งเช่าสีทองที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 1, 2 และ 3 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร 70
4.11 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในการแปรผันปริมาณผงถั่งเช่าสีทองต่อไอซิ่งที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 1.0, 1.1 และ 0.1 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร 71
4.12 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ 72
4.13 ผลค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติกสุดท้าย 73
4.14 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติกสุดท้าย 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.15 แสดงราคาวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์เยลลี่ถั่งเช่าสีทอง 75
4.16 แสดงราคาต้นทุนบรรจุผลิตภัณฑ์ 75
4.17 แสดงต้นทุนทั้งหมดและราคาจำหน่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 กลไกการเกิดเจลของแคปปา-คาราจีแนน และไอโอต้า-คาราจีแนน 6
2.2 กลไกการเกิดเจลของเจลาติน 8
2.3 อนุพันธ์ nucleoside adenosine 11
2.4 กระบวนการยับยั้งของสารคอร์ดิเซปิน ต่อ mTOR pathway ของเชื้อรา 11
2.5 การเพิ่มคอร์ดิเซปินเป็น Co-TP ทำให้สิ้นสุดการทรานสคริปชัน 12
2.6 โครงสร้างทางเคมีของอะดีโนซีน 13
2.7 โครงสร้างพอลิแซคคาไรด์ 14
2.8 โครงสร้างโมเลกุลของน้ำตาลซูโครส 20
2.9 โมเลกุลของน้ำตาลซูโครส ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรักโตส 21
2.10 สูตรโมเลกุลของเพคติน 23
2.11 โครงสร้างทางเคมีของโอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟฟีโนสบางชนิด 33
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) 56
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS และความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) 56
4.3 รูปแบบบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ (ด้านหน้าและด้านหลัง) 72
4.4 รูปแบบบรรจุภัณฑ์ (ด้านหน้าและด้านหลัง) 74
ภาคผนวกที่ 1ข กราฟมาตรฐานของสารคอร์ไดเซปินที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 100
ภาคผนวกที่ 2ข พีคของกราฟมาตรฐานสารคอร์ไดเซปินที่เวลาประมาณช่วงเวลาที่ 11-12 นาที 97
รูปภาคผนวกที่ 3ข กราฟมาตรฐานของสารอะดีโนซีนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 101
ภาคผนวกที่ 4ข กราฟมาตรฐานของสารอะดีโนซีนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 102
รูปภาคผนวกที่ 5ข กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคสที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 104
ภาคผนวก 1ค เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอาหาร 105
ภาคผนวก 2ค เครื่อง pH meter 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์

ถั่งเช่าสีทองเป็นที่รู้จักมาตั้งแต่อดีตกาลของชาวจีน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cordyceps militaris* และมีความเชื่อว่าเป็นยาอายุวัฒนะ มีสรรพคุณช่วยปรับสมดุลของร่างกาย เป็นสมุนไพรธาตุร้อน ในสมัยโบราณถั่งเช่าถูกจำกัดการใช้เฉพาะจักรพรรดิและเชื้อพระวงศ์ชั้นสูงของจีนเท่านั้น คนธรรมดาสามัญไม่มีสิทธิ์บริโภค เป็นของที่หายาก ตำราการแพทย์ทิเบตมีการบันทึกไว้ว่า ถั่งเช่าถูกใช้เป็นยาชูกำลัง ใช้รักษาสารพัดโรค และถั่งเช่าเป็นเชื้อราที่ไม่มีพิษ (nontoxic fungal substance) ปลอดภัยต่อการบริโภค (Winkler, 2008)

ถั่งเช่าสีทองอุดมไปด้วยสารสำคัญทางชีวภาพหลายชนิด เช่น โมโนแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ พอลิแซ็กคาไรด์ (เบต้า-กลูแคน) แมนนิทอล กาแลคโตส อะดีโนซีน คอร์ดิเซปิน กรดคอร์ดิเซปิก กรดอะมิโน โปรตีน สเตอรอล วิตามิน และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น ไบโอติน กรดโฟลิก ไนอาซิน กรดแพนโทธีนิก ซิลีเนียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก คอปเปอร์ สังกะสี แมงกานีส และซิลีเนียม เป็นต้น (Das *et al*., 2010; ธัญญา, 2555)

เยลลี่เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากซึ่งเป็นของทานเล่นที่สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งทำมาจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้สด หรือน้ำผลไม้ ที่ผ่านกรรมวิธีหรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็งผสมกับสารที่ให้ความหวานและทำให้มีความเหนียวพอเหมาะ มีลักษณะเป็นเจล แต่อย่างไรก็ตามเยลลี่ส่วนใหญ่ที่ขายตามท้องตลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากสารแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ เช่น กลิ่นผลไม้ต่างๆ ผสมกับสารให้ความหวานและสารทำให้เกิดเจล ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการที่ได้นั้น จะพบว่าสารอาหารหลักของเยลลี่ คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งทำให้เยลลี่มีคุณค่าแค่ด้านพลังงานเท่านั้น

ฟรุคโตโอลิโกแซกคาไรด์ (Fructooligosaccharife ; FOS) เป็นสารประกอบพรีไบโอติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง และทันตกรรม มีคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพพบได้ตามธรรมชาติในผลไม้ ผัก และพืชผลอื่นๆ ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์จัดเป็นสารพรีไบโอติกเพราะเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์ที่อยู่ภายในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก เนื่องจากมีโครงสร้างแบบเบต้า (β) ที่ตำแหน่งอะโนเมอริกคาร์บอน (anomeric carbon) ตำแหน่งที่ 2 ของฟรุกโตส ทำให้ฟรุกแตนดังกล่าวนี้ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารชนิดต่างๆ เช่น แอลฟา-กลูโคซิเดส (α-glucosidase) มอลเทส (maltase) ไอโซมอลเทส (isomaltase) ซูเครส (sucrase) เป็นต้น (Singh *et al*., 2010)

จากการศึกษาพบว่าถั่งเช่าสีทองมีประโยชน์และสรรพคุณมากมายจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการแปรรูปถั่งเช่าสีทองให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ของหวานประเภทเยลลี่กัมมี่และเพิ่มประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นอีกด้วยน้ำตาลราฟฟิโนสสารอาหารประเภทพรีไบโอติกสำหรับโปรไบโอติกในลำไส้ ทำให้สามารถรับประทานถั่งเช่าสีทองได้ง่ายขึ้น เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่งเช่าสีทองที่มีประโยชน์มากขึ้น เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่ทานได้ง่าย ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับเยลลี่กัมมี่พื้นฐาน และยังเป็นนวัตกรรมทางด้านอาหารที่แปลกใหม่ อีกทั้งได้นำส่วนผสมระหว่างสมุนไพรกับของหวานมารวมกันทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1) เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปริมาณสารที่สำคัญ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่งเช่าสีทอง

2) เพื่อศึกษาคุณสมบัติความเป็นสารพรีไบโอติกของพรีไบโอติกทางการค้า

3) ทำการผลิตเยลลี่กัมมี่ที่มีถั่งเช่าสีทองและของพรีไบโอติกเป็นส่วนประกอบ

4) เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ในส่วนผสมของการผลิตเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

5) เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะของสี กลิ่น รส และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและศึกษาคุณลักษณะทางด้านเคมีชีวภาพ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองและการยอมรับทางผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้ายและบรรจุภัณฑ์

6) เพื่อศึกษาการออกแบบบรรจุภัณฑ์ และวิเคราะห์ต้นทุนทั้งหมดในการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในถั่งเช่าสีทอง ได้แก่ ปริมาณสารคอร์ดิเซปิน ปริมาณสารอะดีโนซีน ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) และปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่งเช่าสีทอง ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ ด้วยวิธี Anthrone

2) ทำการทดสอบคุณสมบัติความเป็นสารพรีไบโอติกของพรีไบโอติกทางการค้า ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในการส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกกลุ่ม *Lactobacillus* และการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค กลุ่ม *E. coli* และ *Salmonella sp.*

3) ทำการแปรรูปถั่งเช่าสีทองให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์อาหารในรูปแบบของเยลลี่กัมมี่และมีส่วนประกอบของพรีไบโอติกทางการค้า

4) ทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ของส่วนผสมในการผลิตเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองโดยทำการแปรผัน ได้แก่ ปริมาณถั่งเช่าสีทองร้อยละ 1 ปริมาณน้ำตาลมะพร้าวร้อยละ 25 ปริมาณของกรดซิตริกร้อยละ 1 และอัตราส่วนของผงถั่งเช่าสีทองกับน้ำตาลไอซิ่ง 0ต่อ1 (ดัดแปลงจาก ภาสุรี ฤทธิเลิศ, 2562)

5) ทำการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่ถั่งเช่าสีทองทางด้านกายภาพ โดยทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม และทำการศึกษาคุณลักษณะทางด้านชีวภาพ ได้แก่ จุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ และศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง คุณค่าทางอาหาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ความชื้น เถ้า พลังงานรวม และคุณค่าของสารอาหารอื่นๆ เช่น แร่ธาตุ วิตามิน และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่สภาวะปกติที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส และในอุณหภูมิห้อง

6) ทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ฉลาก โลโก้ ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์ต้นทุนทั้งหมดในการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่มีส่วนผสมของพรีไบโอติก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงปริมาณสารสำคัญและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่งเช่าสีทอง

2) มีความรู้ความเข้าใจในวิธีการแปรรูปถั่งเช่าสีทอง ให้เป็นเยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง

3) เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับเยลลี่พื้นฐานเป็นอาหารทานเล่นที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและเป็นอาหารฟังก์ชั่น (functional foods)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เยลลี่

2.1.1 ความหมายของเยลลี่

เยลลี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำมาจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้สดหรือน้ำผลไม้ ที่ผ่านกรรมวิธีหรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็งผสมกับสารที่ให้ความหวานและทำให้มีความเหนียวพอเหมาะมีลักษณะเป็นเจลโปร่งแสง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521)

2.1.2 รูปแบบของเยลลี่

ผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาดสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบดังนี้

1) เยลลี่ชนิดเหลว ที่รับประทานเป็นอาหารว่าง (dessert jelly) มีเนื้อสัมผัสลักษณะอ่อนนุ่ม มีน้ำมาก สามารถใช้ช้อนตักรับประทานหรือใช้หลอดดูดได้ นิยมรับประทานเป็นของหวานแบบแช่เย็นเป็นอาหารว่าง หรือหลังมื้ออาหารก็ได้ อาจจะรับประทานร่วมกับไอศกรีม เยลลี่ประเภทนี้มีส่วนผสมของสารที่ทำให้เกิดเจล ได้แก่ คาราจีแนน เจลาติน ผงบุก และมีการเติมน้ำตาล กรดซิตริก สีผสมอาหาร และสารปรุงแต่งกลิ่นรส (flavoring agent) ผลิตภัณฑ์มีทั้งรสหวานและรสเปรี้ยว เยลลี่ที่ดีต้องมีลักษณะใสและมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม แต่ไม่เหนียวจนหนืดและไม่เหลวจะต้องแข็งพอที่จะคงรูปเดิม เมื่อตัดด้วยมีดก็เป็นเหลี่ยมตามรอยมีด ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาด อาจเป็นผงเยลลี่ผสมสำเร็จรูปที่ผู้บริโภคนำมาผสมน้ำร้อนตามสัดส่วน แล้วแช่เย็นเพื่อให้เกิดเจล อีกรูปแบบหนึ่งคือเยลลี่ที่พร้อมรับประทานบรรจุถ้วยในภาชนะที่ปิดผนึกสนิท

2) เยลลี่แห้ง หรืออาจจะเรียกว่า กัมมี่เยลลี่ (gummy jelly) คือ ผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่ได้จากการนำสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน คาราจีแนน หรือวุ้น ผสมกับสารให้ความหวาน เช่น น้ำตาลทราย น้ำเชื่อมกลูโคส หรือผสมส่วนผสมอื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญพืช สมุนไพร สีผสมอาหาร สารให้กลิ่นและรส กรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก นำส่วนผสมมาผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนจนมีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม หยอดใส่พิมพ์ หรือตัดเป็นชิ้นหลังจากทิ้งไว้ให้เย็น ได้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ มีลักษณะแห้งไม่ติดมือ มีเนื้อสัมผัสเหนียวหนึบ แล้วอาจคลุกด้วยน้ำตาลหรือแป้งบริโภคได้

3) เยลลี่อ่อน (soft jelly) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติ หรือสมุนไพรมาคั้นหรือสกัดแล้วผสมกับสารให้ความหวานและสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน คาราจีแนน วุ้น ในปริมาณที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะอยู่ในลักษณะกึ่งแข็ง อาจมีการผสมกรดผลไม้หรือส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญชาติ สมุนไพร เคี่ยวให้มีความข้นเหนียวที่อุณหภูมิที่เหมาะสม แต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดได้สนิท (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ส่วนประกอบของเยลลี่

1) สารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent) การผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่สำเร็จรูปในเชิงอุตสาหกรรม มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ กัม (Gums) ทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดความเป็นเจล ชนิดของกัมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คาราจีแนน เจลาติน และเพคติน

2) สารให้ความหวาน (sweetener) ส่วนใหญ่ในเยลลี่จะใช้น้ำตาลซูโครส เป็นสารที่ให้ความหวาน ช่วยให้เพคตินเกิดโครงสร้างเป็นเจล ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะขึ้นอยู่กับปริมาณเพคติน และความเป็นกรดด่างของเนื้อหรือน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ ถ้าปริมาณเพคตินมาก ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักของผลไม้ก็มากด้วย ถ้าผลไม้มีความเป็นกรดสูง (เปรี้ยว) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักผลไม้หรือน้ำผลไม้ต่อปริมาณน้ำตาลที่ใช้ ไม่ควรสูงกว่า 70 องศาบริกซ์ (วัดโดย refractometer) นอกจากน้ำตาลซูโครสหรือสารให้ความหวานอื่นๆที่อนุญาตให้ใช้ในเยลลี่ ตาม มอก. 236 - 2521 มีหลากหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) อินเวิร์ตไซรัป (invert syrup) เดกซ์โตรส (dextrose) ฟรักโตสไซรัป (fructose syrup) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) และดรายกลูโคสไซรัป (dried glucose syrup)

3) สารควบคุมความเป็นกรดและควบคุมความเป็นกรดด่าง (acidifying และ pH regulating agents) มีความสำคัญต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์และช่วยให้เจลอยู่ตัวมากขึ้น หากมีกรดมากเกินไปจะทำลายความอยู่ตัวของเจลได้ โดยปกติความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเยลลี่ควรอยู่ระหว่าง pH 2.8-3.5 และ pH ที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2 ในการปรับความเป็นกรด-ด่าง ของเยลลี่ ตาม มอก. 263-2521 สารที่ใช้เพิ่มและควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) กรดแลกติก (lactic acid) กรดฟูมาลิก (fumalic acid) และเกลือโซเดียม โปตัสเซียม และแคลเซียมของกรดเหล่านี้ โซเดียมและโปตัสเซียมไบคาร์บอเนต

4) สี กลิ่นรส หรือน้ำผลไม้ จะช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะน่ารับประทานเพิ่มขึ้น น้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเยลลี่ ต้องเป็นน้ำผลไม้แท้ หรือน้ำสกัดจากผลไม้ที่ผ่านการกรอง เพื่อให้ได้น้ำสกัดที่ใสปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ และอาจทำให้ข้นโดยการระเหยน้ำออก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521)

2.2 สารที่ทำให้เกิดเจล

สารที่ทำให้เกิดเจล เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ สามารถจับกับน้ำได้ โดยเมื่อนำมาทำละลายหรือกระจายตัวอยู่ในน้ำร้อน จะทำให้สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงหรือให้เนื้อสัมผัสกลายเป็นเจลเมื่อทิ้งไว้ให้เย็น ทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร มีการนำสารที่ทำให้เกิดเจลชนิดต่างๆ มาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารอยู่หลากหลายชนิด เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น ความข้นหนืด และความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร ในการผลิตเยลลี่สำเร็จรูปในเชิงอุตสาหกรรม มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ กัม ซึ่งมีหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล และชนิดของกัมที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ คาราจีแนน เจลาติน และวุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 แคปปา-คาราจีแนน

คาราจีแนน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ซัลเฟต ที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ แคปปา (kappa, K) ไอโอต้า (iota, I) และแลมด้า (lamda, λ) คาราจีแนนทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเตอริไฟด้วยกรดซัลฟูริคที่ตำแหน่งและระดับแตกต่างกัน

สมบัติของคาราจีแนนจะขึ้นอยู่กับประจุลบของหมู่ซัลเฟตที่อยู่ในโมเลกุลเป็นสำคัญและยังแตกต่างกันในคาราจีแนนแต่ละชนิด คาราจีแนนสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนได้

สำหรับกลไกการเกิดเจลของแคปปา-คาราจีแนน และไอโอต้า-คาราจีแนน เมื่อคาราจีแนนอยู่ในรูปสารละลายในน้ำจะมีโครงสร้างเป็น random coli ขณะเย็นตัวลงจะเกิดโครงสร้าง double helices เมื่อปล่อยให้เย็นลงจะก่อให้เกิดเป็นโครงสร้าง 3 มิติ โดยโพลิเมอร์แต่ละสายจะรวมตัวเข้ามาใกล้กัน และเกิดเป็น junction point ซึ่งเมื่อเกาะรวมกันมากขึ้นจะทำให้เกิดการแข็งตัวเป็นเจล ส่วนแลมด้า-คาราจีแนนจะไม่สามารถเกิดเจลได้

รูปที่ 2.1 กลไกการเกิดเจลของแคปปา-คาราจีแนน และไอโอต้า-คาราจีแนน
ที่มา : Piculell, (1995)

เจลที่เตรียมมาจากคาราจีแนน มีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ด้วยความร้อน (thermoreversible gel) และสามารถเกิดปฏิกิริยากับโปรตีนได้ โดยแคปปา-คาราจีแนน ให้เจลที่มีลักษณะเปราะ แตกง่าย และเกิดการแยกตัวของน้ำ (syneresis) การแยกตัวของน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นผลมาจากร่างแหโพลิเมอร์ในโครงสร้าง 3 มิติ ของเจลเกิดการหดตัวเข้าใกล้กันมากขึ้นทำให้น้ำที่อยู่ในร่างแหถูกบีบออกมาด้านนอกของเจล และไอโอต้า-คาราจีแนน ให้เจลที่มีความยืดหยุ่นและไม่เกิดการแยกตัวของน้ำ

การเติมโลหะอิออนมีผลต่อการเกิดเจล ในกรณีของแคปปา-คาราจีแนน เมื่อเติมโปแตสเซียมอิออนจะเกิดเจลที่มีความยืดหยุ่น แต่หากเติมแคลเซียมอิออนจะเกิดเจลที่มีเนื้อแข็งทำให้คงรูปทรงได้ง่าย ซึ่งตรงกันข้ามกับไอโอต้า-คาราจีแนน ที่เมื่อเติมแคลเซียมอิออนจะเกิดเจลที่มีความยืดหยุ่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เจลาติน

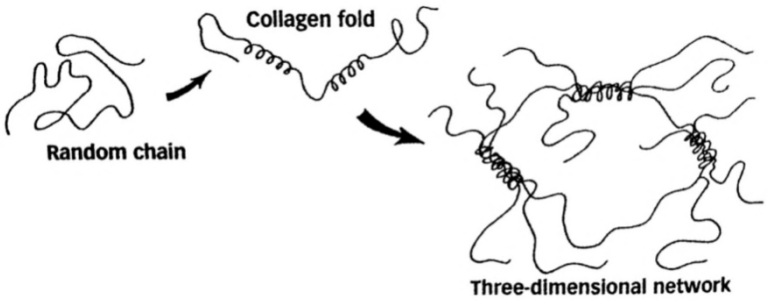
เจลาติน เป็นสารก่อเจลจัดอยู่ในประเภทโปรตีน ได้มาจากการสลายคอลลาเจนของเนื้อเยื่อในหนัง เอ็น และกระดูก โดยการใช้กรดหรือด่าง และทำการสกัดด้วยน้ำร้อน กระดูกและหนังเป็นวัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเจลาตินในระดับอุตสาหกรรม มักใช้จากโค กระบือ และสุกร เนื่องจากจะให้เจลาตินที่มีคุณภาพดี ส่วนการผลิตเจลาตินจากปลานั้น ไม่ค่อยนิยมผลิตในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากเจลาตินปลามีอุณหภูมิในการหลอมเหลวและให้ค่าความแข็งของเจลที่ค่อนข้างต่ำ ปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Karim and Rajeev, 2009) โดยเจลาตินปลามีอุณหภูมิในการเกิดเจลต่ำ (15 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มข้นร้อยละ 6.67) (Gomez *et al*., 2002)

เจลาตินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เจลาตินชนิดเอและบี โดยจะแบ่งชนิดของเจลาตินตามการปรับสภาพที่เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละชนิดสำหรับการสกัดเจลาติน เจลาตินที่ได้จากการปรับสภาพด้วยกรดมีจุดไอโซอิเล็กทริกอยู่ในช่วง 7 ถึง 9 เจลาตินที่ได้เรียกว่า เจลาตินชนิดเอ (gelatin type-A) มีค่าความแข็งของเจล (Bloom strength) อยู่ในช่วง 50-300 กรัม ตัวอย่างที่มักเตรียมด้วยวิธีนี้ได้แก่ หนังและกระดูกของสุกร และเจลาตินที่ได้จากการปรับสภาพด้วยด่างมีจุดไอโซอิเล็กทริกอยู่ในช่วง 4 ถึง 5 เจลาตินที่ได้เรียกว่า เจลาตินชนิดบี (gelatin type-B) มีค่าความแข็งของเจลอยู่ในช่วง 50-200 กรัม ตัวอย่างที่มักเตรียมโดยวิธีนี้คือ หนังและกระดูกของโคและกระบือ (Cole, 2000)

สีของเจลาตินควรจะไม่มีสีจนถึงสีสว่างอำพันหรือสีเหลืองจางๆในสารละลาย โดยเจลาตินเกรดต่ำจะให้สีลักษณะไม่โปร่งใสจนถึงขุ่น หรือมีสีเหลืองส้ม กระบวนการผลิตไม่ดีจะส่งผลให้เจลาตินมักมีความขุ่น หรืออาจจะมีวัตถุเจือปนอื่นๆ ผสมอยู่ด้วย เจลาตินละลายได้เพียงบางส่วนในน้ำเย็น การละลายเจลาตินต้องทำที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส ซึ่งหากสูงกว่านี้ จะทำให้โครงสร้างของเจลาตินถูกทำลาย ส่งผลต่อคุณภาพของเจล ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการละลายของเจลาตินคือ 50-55 องศาเซลเซียส สารละลายเจลาตินมีความหนืดซึ่งจะขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นที่ใช้

กลไกการเกิดเจลของเจลาติน จะเริ่มเมื่อมีการให้ความร้อน เจลาตินจะเปลี่ยนเป็นสารละลายคอลลอยด์ (colloidal solution) หรือซอล โมเลกุลของเจลาตินจะยืดตัวออกอยู่ในรูปของ random coil แต่เมื่อทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง โมเลกุลที่ยืดตัวออกแล้วจะเริ่มเกิดการขดตัวอย่างช้าๆ (fold) เมื่ออุณหภูมิลดลงจนถึงจุดก่อเจล จะมีการเกิดอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลมากขึ้น จึงเกิดการรวมตัวกันเป็นโครงสร้างร่างแหที่แข็งแรงขึ้น เชื่อมกันระหว่างโมเลกุลมากขึ้นด้วยพันธะไฮโดรเจน พันธะไอโอนิก หรือพันธะไฮโดรโฟบิค จนเกิดเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติ แสดงดังรูปที่ 2.2 ซึ่งในระยะนี้ทำให้พันธะระหว่างโมเลกุลเกิดการจับตัวกันอย่างคงตัว และแข็งแรงมากขึ้น พันธะหลักที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมกันของโมเลกุลเจลาตินคือพันธะไฮโดรเจน และหากมีการให้ความร้อนอีกครั้งจะเกิดการหลอมเหลวเป็นสารละลายหรือโซล การเปลี่ยนเฟสระหว่างโซลและเจลนี้เรียกว่า Sol-gel transition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กลไกการเกิดเจลของเจลาติน
ที่มา : Schrieber and Gareis, (2007)

เจลาตินที่ใช้ในครัวเบเกอรี่ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่ เจลาตินแบบผง ก่อนเริ่มใช้จะต้องนำเจลาตินผง 1 ส่วน ผสมกับน้ำเย็น 5 ส่วน โดยต้องค่อยๆ โรยผงเจลาตินลงบนผิวน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้จับเป็นก้อน ตั้งพักไว้ประมาณ 5 นาที ให้เจลาตินผงดูดน้ำแล้วพองตัวเป็นเจล นำใส่ในภาชนะทนความร้อน เข้าไมโครเวฟพอร้อน คนให้ละลายหรือละลายบนอ่างน้ำร้อน หรือใช้วิธีนำเจลาตินผงที่พองตัวแล้วใส่ในส่วนผสมนำขึ้นตั้งไฟ คนให้เข้ากัน ส่วนเจลาตินแบบแผ่น ก่อนจะใช้ต้องนำมาแช่ในน้ำเย็นจัดใส่น้ำแข็งประมาณ 10-15 นาที จนแผ่นเจลาตินนิ่มและพองตัวเป็นสองเท่า แล้วนำไปละลายกับส่วนผสมของเหลว ตั้งไฟอุ่นๆที่ประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส พักให้หายร้อน จึงนำไปผสมกับส่วนผสมอื่น เจลาตินแบบแผ่นค่อนข้างใสและอยู่ตัวกว่าแบบผง

2.3 ถั่งเช่าสีทอง

2.3.1 สายพันธุ์ถั่งเช่าสีทอง

ถั่งเช่าสีทองเป็นเห็ดในวงศ์ Cordycipitaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cordyceps militaris* ซึ่งเดิมเห็ดถั่งเช่าธิเบตก็จัดรวมอยู่ในวงศ์นี้ ต่อมาแยกมาเป็น Ophiocordycipitaceae (Hui-Chen Lo *et al*., 2013) อยู่ในวงศ์ที่ตั้งขึ้นใหม่ ลักษณะเด่นของถั่งเช่าสีทอง คือ มีสีเหลืองทอง หรือสีเหลืองอมส้ม ไปจนสีส้ม ถั่งเช่าสีทองสามารถพบได้ ทั้งในเอเชียได้แก่ เนปาล จีน ญี่ปุ่น เกาหลี ภูฏาน เวียดนาม และพบได้ในทวีปเอเมริกาเหนือ และทวีปยุโรป

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ถั่งเช่าสีทองเป็นที่รู้จักในทางการแพทย์คือ สารคอร์ดิเซปิน (cordycepin) ซึ่งพบครั้งแรกในส่วนของดอกถั่งเช่าสีทอง ต่อมาพบสารชนิดนี้ในเห็ดถั่งเช่าธิเบต (Hobb *et al.*, 1995) และเห็ดถั่งเช่าชนิดอื่นๆ (Cordyceps kyushuensis) (Cunningham *et al.*, 1951) และสารคอร์ดิเซปิน ก็จัดเป็นสารออกฤทธิ์ทางยาที่ค้นพบใหม่ และมีเฉพาะในเห็ดตระกูลถั่งเช่าเท่านั้น นอกจากคอร์ดิเซปินแล้ว ยังมีสารออกฤทธิ์ทางยาที่สำคัญของถั่งเช่าสีทองอย่างอื่นอีก ได้แก่ พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เออร์กอสเตอรอล (ergosterol) กรดคอร์ไดเซปิก (cordycepic acid) และสารอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การเพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง

วิธีการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทำได้ 2 วิธี คือ การเพาะเลี้ยงด้วยดักแด้ไหม และการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารเมล็ดธัญพืช

1) การเพาะด้วยดักแด้ไหม : การเพาะด้วยดักแด้ไหมทำได้โดยทำการเก็บรังไหม แกะเอาตัวดักแด้ออกมา จากนั้นทำการฆ่าเชื้อดักแด้ด้วยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อฆ่าเชื้อที่อาจติดมากับตัวดักแด้ จากนั้นใส่เชื้อถั่งเช่าสีทองเข้าไปในตัวดักแด้ สกุล *Thitarodes (Hepialus)* โดยที่หนอนนั้นยังมีชีวิตอยู่อาจทำโดยการสเปรย์หัวเชื้อลงบนตัวดักแด้ หรือป้ายหัวเชื้อบนตัวดักแด้ เป็นการเลียนแบบธรรมชาติที่ให้เชื้อเข้าไปแบบสัมผัส หรืออาจจะใช้เข็มฉีดหัวเชื้อเข้าในตัวดักแด้โดยตรงเลย หรือกรีดตัวดักแด้เพื่อยัดหัวเชื้อเข้าไป เชื้อเห็ดจะเจริญในตัวดักแด้ๆ จะค่อยๆ ตายไปในที่สุด ดอกเห็ดจะเริ่มงอกออกมาให้เห็นเมื่อได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม เมื่อดอกเห็ดสมบูรณ์ดีแล้วสามารถนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นบดเป็นผงเพื่อบรรจุแคปซูล หรือแปรรูปในลักษณะต่างๆ เช่น กาแฟถั่งเช่า น้ำสมุนไพรถั่งเช่า สารสกัดเข้มข้น เป็นต้น

2) การเพาะถั่งเช่าสีทองด้วยอาหารเมล็ดธัญพืช : ถั่งเช่าแต่ละชนิดจะต้องการสารอาหารที่ไม่เหมือนกัน แต่จะสามารถใช้อาหารสูตรพื้นฐานในการเพาะเลี้ยงได้ การเลือกใช้สูตรอาหารควรที่จะเหมาะสมกับเชื้อเห็ดชนิดนั้นๆ จะทำให้เห็ดมีการเจริญเติบโต และผลิตสารออกฤทธิ์ได้ดี อาหารที่ใช้เพาะเชื้อเห็ดนั้นอาจเป็นอาหารวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการผสมสารเคมีหลายๆ ชนิด หรืออาจเป็นวัตถุดิบตามธรรมชาติ วัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาทำอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการต่างกัน อาหารอาจอยู่ในรูปอาหารแข็ง อาหารเหลว และอาหารกึ่งเหลวก็ได้แล้วแต่ลักษณะการใช้งาน โดยมากหากจะทำให้เกิดดอกจะเพาะด้วยอาหารแข็ง ส่วนอาหารเหลวจะใช้ทำหัวเชื้อ หรือเลี้ยงเพื่อเอาเส้นใยเห็ด ในขณะที่อาหารกึ่งเหลวจะใช้เพื่อเพาะเส้นใยเป็นแผ่น หรือเรียกว่า “รก” (ธัญญา และธวัช, 2555) แบ่งตามลักษณะของอาหารเป็น 2 แบบ ดังนี้

1) อาหารแข็ง : อาหารแข็งอาจเป็นวุ้น หรือเมล็ดธัญพืชก็ได้ โดยจะนำหัวเชื้อเห็ดมาวางบนอาหาร แล้ว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20–25 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30–45 วัน โดยใน 2 สัปดาห์แรก บ่มในที่มืด จากนั้นให้แสง 14–16 ชั่วโมง/วัน ความเข้มของแสงที่ 1,000–3,000 ลักซ์ การเพาะถั่งเช่าสีทองด้วยอาหารแข็งสามารถทำการเพาะด้วยภาชนะแบบต่างๆ เช่น ขวดแก้ว กล่องพลาสติก ถุงพลาสติก เป็นต้น

2) อาหารเหลว : โดยปกติในการเพาะด้วยอาหารเหลว ผลผลิตถั่งเช่าจะเก็บเกี่ยวในลักษณะเป็นเส้นใย การเพาะด้วยอาหารเหลว จำเป็นต้องใช้เทคนิคพิเศษในการเพาะเลี้ยง เช่น การเลี้ยงแบบเขย่า (Shaking culture) การเลี้ยงแบบจมในอาหาร (Submerged culture) การเพาะเลี้ยงบนผิวหน้าอาหารเหลว (Surface liquid culture) และการเลี้ยงแบบต่อเนื่อง (Continuous culture or repeated batch culture) (ธัญญา, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ประโยชน์ของถั่งเช่าสีทอง

ถั่งเช่าสีทองอุดมไปด้วยสารสำคัญที่มีผลทางชีวภาพหลายชนิด เช่น โมโนแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ (เบต้า-กลูแคน) แมนนิทอล กาแล็กโตส อะดีโนซีน คอร์ดิเซปิน กรดคอร์ดิเซปิก กรดอะมิโน โปรตีน สเตอรอล วิตามิน และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น ไบโอติน กรดโฟลิก ไนอาซิน กรดแพนโทธีนิก ซิลีเนียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก คอปเปอร์ สังกะสี แมงกานีส และซิลีเนียม เป็นต้น (Das *et al.*, 2010; ธัญญา, 2555)

ถั่งเช่าสีทองประกอบไปด้วยนิวคลีโอไซด์ (Nucleosides) มากกว่า 10 ชนิด โดยจะมีสารคอร์ไดซิปินที่ทำหน้าที่เป็นหลัก ช่วยทำให้เซลล์มะเร็งเจริญเติบโตช้า ชะลอการแพร่ของเซลล์มะเร็ง ช่วยในเรื่องการต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Kim *et al*., 2010) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล (Kiho *et al*., 1996) และพอลิแซคคาไรด์ในเห็ดชนิดนี้ ยังสามารถช่วยต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด และชะลอความแก่ชรา (Lin *et al*., 2012) มีสารแลนติแนนที่ช่วยกระตุ้นเพิ่มภูมิคุ้มกัน (Lee *et al*., 2012) ชะลอการแพร่ของเซลล์มะเร็ง (Bhandari *et al*., 2010) มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งการอักเสบ (Kim *et al*., 2010) และยังส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันในหนูทดลองอีกด้วย (Wu *et al*., 2012)

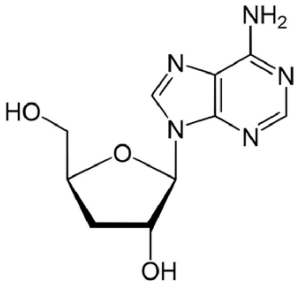
สารคอร์ดิเซปิน [Cordycepin (3'-deoxyadenosine)] และกรดคอร์ดิเซปิกในถั่งเช่าช่วยในเรื่องการเพิ่มพลังงานภายในร่างกาย ใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของนักกีฬา (Parcell *et al*., 2004) ใช้ในการป้องกันและรักษาสารพัดโรค เช่น โรคหอบหืด วัณโรค โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคตับอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง โรคไต โรคหัวใจ รวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิต ความดันโลหิตสูง ภาวะที่เม็ดเลือดขาวต่ำกว่าปกติ ล้า เครียด นอนไม่หลับ โรคระบบประสาท โรคเบาหวาน ลดระดับน้ำตาลในเลือด อาการอ่อนเพลีย เพิ่มภูมิคุ้มกัน เพิ่มความแข็งแรงของร่างกายให้ต้านทานต่อแบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อเอชไอวี ต้านทานเซลล์มะเร็งและเซลล์เนื้องอก แก้ความผิดปกติทางเพศทั้งในเพศชายและหญิง (Kodama *et al*., 2000; Wu *et al*., 2007; Das *et al*., 2010)

2.3.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของถั่งเช่าสีทอง

2.3.4.1 สารคอร์ดิเซปิน

คอร์ดิเซปิน สารสำคัญในถั่งเช่าที่สามารถออกฤทธิ์ได้เท่าฮอร์โมนเพศชายหรือ Testosterone มีผลโดยตรงในการควบคุมสมรรถภาพทางเพศชายทั้งระบบให้ทำงานได้อย่างเต็มที่ โดยที่ตัวคอร์ดิเซปินเองไม่ได้เป็นฮอร์โมน จึงไม่รบกวนสมดุลฮอร์โมนภายในร่างกาย สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย ให้ผลเพิ่มเสริมสมรรถภาพทางเพศ และลักษณะอื่นๆ ที่แสดงออกถึงความเป็นชาย ที่สำคัญจะยิ่งเห็นผลชัดเจนมากในผู้ที่ค่อนข้างอายุมากเพราะจะเริ่มมีปริมาณ Testosterone ต่ำลง ฉะนั้นการได้รับคอร์ดิเซปินเท่ากับได้สารที่ทำงานในระบบสมรรถภาพทางเพศแทน Testosterone นอกจากนี้ ยังเพิ่มประสิทธิภาพการไหลเวียนของเลือดและต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคอีกด้วย โดยโครงสร้างอนุพันธ์ของสารคอร์ดิเซปิน แสดงดังรูปที่ 2.3

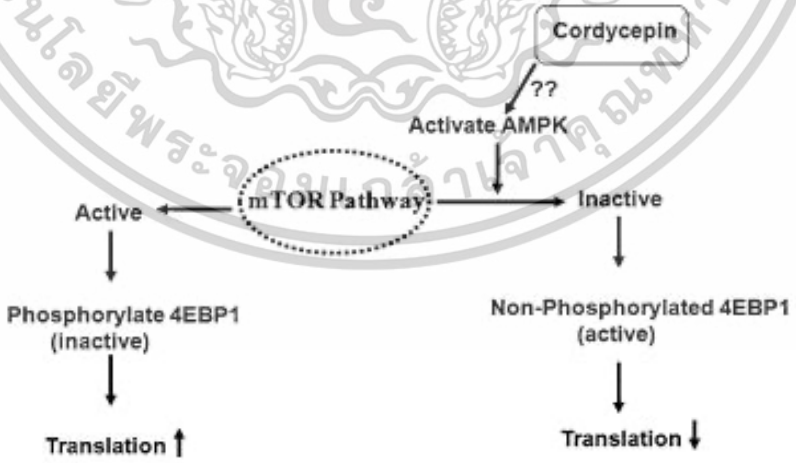
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 อนุพันธ์ nucleoside adenosine ของสารคอร์ดิเซปิน (3'-deoxyadenosine)
ที่มา : Hyuk-Woo Kwon and Dong-Ha Lee. (2017)

สารคอร์ดิเซปิน ค้นพบครั้งแรกจากน้ำซุปหมักของถั่งเช่าสีทอง ซึ่งเป็นเชื้อราที่เติบโตในตัวอ่อนของ lepidopteron และดักแด้แมลง (Cunningham *et al.*, 1950) น้ำหนักโมเลกุลของคอร์ดิเซปิน ($C_{10}H_{13}N_5O_3$) เท่ากับ 251.14 กรัมต่อโมล ความยาวคลื่นที่สามารถดูดซับได้สูงสุดเท่ากับ 259 นาโนเมตร สามารถละลายได้ในน้ำเกลือ แอลกอฮอล์ หรือเมทานอล ในห้องปฏิบัติการนิยมใช้น้ำเกลือฆ่าเชื้อและฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซาลีน (PBS) เป็นตัวทำละลาย (Li *et al.*, 2005) ถั่งเช่าเป็นที่รู้จักกันดีในการแพทย์แผนจีนและมีประสิทธิภาพทางคลินิกที่หลากหลายรวมถึงภูมิคุ้มกัน ต้านมะเร็ง สารต้านอนุมูลอิสระ กิจกรรมต้านการอักเสบและต่อต้านจุลินทรีย์ (Tuli *et al*., 2014) เมื่อเร็วๆ นี้การศึกษาจำนวนมากขึ้นได้แสดงให้เห็นถึงคอร์ดิเซปิน ซึ่งเป็นสารประกอบที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพของถั่งเช่าสีทอง มีบทบาทต่อต้านมะเร็งในวงกว้าง (Hsu *et al*,, 2017, Wang *et al*., 2017)

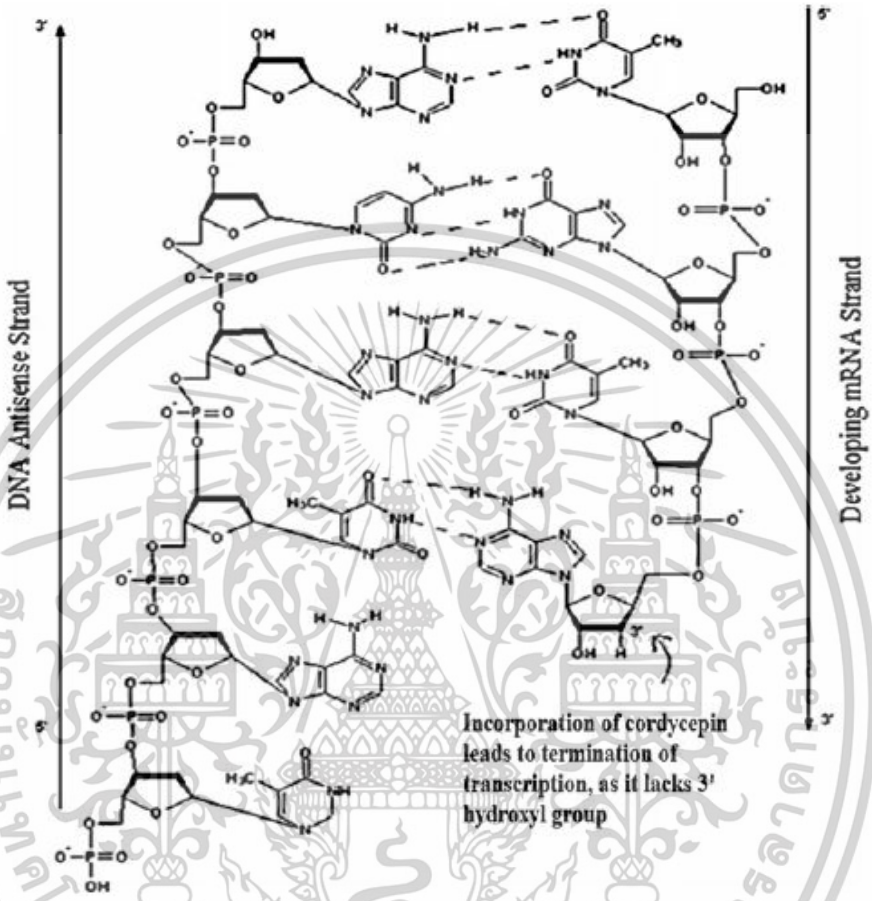
สารคอร์ดิเซปิน สามารถไปยับยั้งการส่งสัญญาณของกระบวนการ mTOR pathway ของเชื้อราได้ทำให้เชื้อรานั้นไม่สามารถเจริญเติบโตและตายไปในที่สุด แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กระบวนการยับยั้งของสารคอร์ดิเซปิน ต่อ mTOR pathway ของเชื้อรา
ที่มา : มณจันทร์ เมฆธน. (2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารคอร์ดิเซปิน สามารถยับยั้งการสังเคราะห์ DNA และ RNA ของเซลล์มะเร็งช่วยยับยั้งเซลล์เนื้องอกซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็ง เช่น มะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งเต้านม ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการไหลเวียดของเลือด และการทำงานของเม็ดเลือดขาว แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเพิ่มคอร์ดิเซปินเป็น Co-TP (Cordycepin tri-phosphate) ทำให้สิ้นสุดการทรานสคริปชัน
ที่มา : มณจันทร์ เมฆธน. (2558)

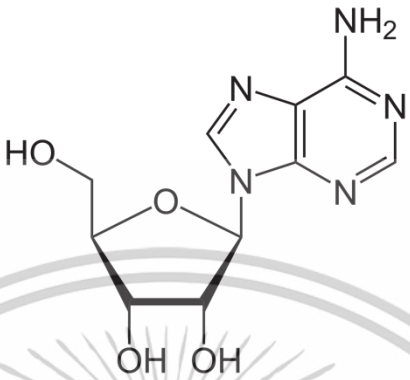
2.3.4.2 สารอะดีโนซีน

อะดีโนซีน (Adenosine) ในถั่งเช่า เป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญอีกตัวหนึ่งที่รองจากสารคอร์ดิเซปินในเห็ดตระกูลถั่งเช่า ซึ่งมีคุณสมบัติกระตุ้นการจับออกซิเจนในกระแสเลือด ช่วยเรื่องระบบหายใจ โรคหอบหืด และภูมิแพ้ รวมถึงอะดีโนซีนยังช่วยในการสลายลิ่มเลือด ไม่ให้เกิดการแข็งตัว เพิ่มการไหลเวียนของโลหิตให้ดีขึ้น และควบคุมการเต้นของหัวใจให้ทำงานเป็นปกติ (ธัญญา, 2560)

อะดีโนซีน เป็นหนึ่งในอนุพันธ์ของนิวคลีโอไซด์ มีโครงสร้างทางเคมีดังรูปที่ 2.6 ซึ่งเป็นสารสำคัญที่พบในถั่งเช่ารองลงมาจากคอร์ดิเซปิน ปริมาณของอะดีโนซีนในถั่งเช่าสดจากธรรมชาตินั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีปริมาณต่ำ แต่เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน ปริมาณของนิวคลีโอไทด์จะสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่านิวคลีโอไทด์ในถั่งเช่าจากธรรมชาตินั้นเกิดจากการสลายตัวของนิวคลีโอไซด์ในระหว่างกระบวนการจัดเก็บ (Zhou *et al.*, 2009)



รูปที่ 2.6 โครงสร้างทางเคมีของอะดีโนซีน (Adenosine)
ที่มา : Alessandro Castorina. (2015)

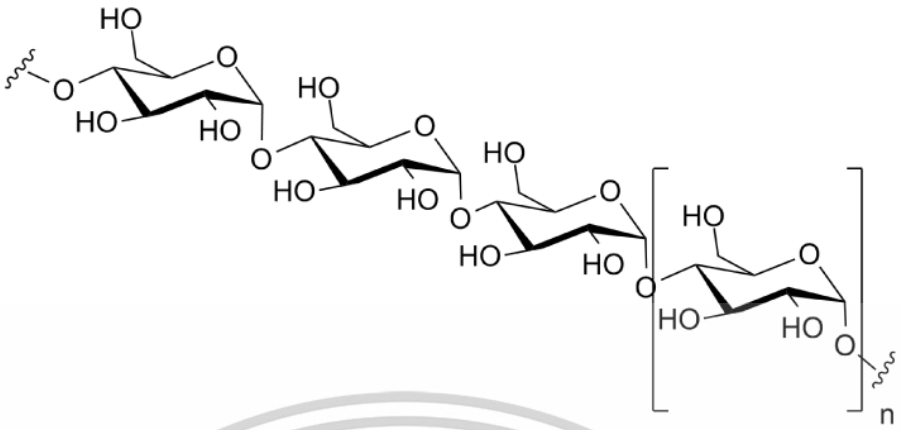
2.3.4.3 พอลิแซคคาไรด์

พอลิแซคคาไรด์เป็นสารเบต้า-กลูแคนในเห็ดที่มีสรรพคุณการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันต่อต้านอนุมูลอิสระให้ร่างกายได้เป็นอย่างดี เป็นผลให้ร่างกายสมดุลเป็นปกติ และยังทำให้เซลล์มะเร็งตายได้ ช่วยทำให้ผู้ป่วยมะเร็งมีชีวิตยืนยาวต่อได้ไปอีก นอกจากนี้สารเบต้า-กลูแคนในเห็ดยังไปส่งเสริมให้ร่างกายกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนให้แก่เซลล์ผิวหนัง ทำให้บริเวณผิวหนังมีความยืดหยุ่น มีการสร้างเซลล์ใหม่เกิดขึ้น มีความเต่งตึงและลดการเหี่ยวย่นของผิวหนังได้ แต่ในเห็ดแต่ละชนิดมีสารเบต้า-กลูแคนที่แตกต่างกันจึงมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและการต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันด้วย

พอลิแซคคาไรด์เป็นพอลิเมอร์ที่มีสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักเกิดจากโมโนแซคคาไรด์ตั้งแต่ 10 โมเลกุลขึ้นไป จนถึง 1000 โมเลกุล มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก ดังแสดงในรูปที่ 2.7 พอลิแซคคาไรด์ในธรรมชาติส่วนใหญ่ ไม่มีสี ไม่มีรส เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายคอลลอยด์

พอลิแซคคาไรด์เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ไกลแคน (glycan) หมายถึง สารแซคคาไรด์จะแตกต่างกันตามชนิดของโมโนแซคคาไรด์ที่มาประกอบความยาวของสาย ชนิดของพันธะที่เชื่อมและระดับของกิ่งก้านสาขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 โครงสร้างพอลิแซคคาไรด์
ที่มา : Urai *et al*., (2006)

ประเภทของพอลิแซคคาไรด์ สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามโครงสร้าง คือ กลุ่มโฮโมพอลิแซคคาไรด์ เป็นพอลิแซคคาไรด์ที่ประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์เพียงชนิดเดียวต่อกัน ได้แก่ แป้ง เซลลูโลส ไกลโคเจน เดกซ์แทรน เป็นต้น และชนิดเฮเทอโรพอลิแซคคาไรด์ ประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์มากกว่าหรือเท่ากับสองชนิดมาเชื่อมต่อกัน ได้แก่ อินูลิน เพคติน กัมและวุ้น นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งพอลิแซคคาไรด์ตามหน้าที่ได้ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ พอลิแซคคาไรด์ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมพลังงาน เช่น แป้งและไกลโคเจน และพอลิแซคคาไรด์ที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเซลล์พืชและเปลือกนอกของสัตว์ เช่น เซลลูโลสและไคติน

พอลิแซคคาไรด์เป็นผลิตภัณฑ์ปฐมภูมิที่เกิดจากกระบวนการเมเทบอลิซึมของจุลินทรีย์ พอลิแซคคาไรด์หลายชนิดสามารถผลิตได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดในอาหารเหลว ส่วนใหญ่ได้จากเส้นใยเป็นเอนโดพอลิแซคคาไรด์ และเอกโซพอลิแซคคาไรด์ เอนโดพอลิแซคคาไรด์เป็นพอลิแซคคาไรด์ที่สังเคราะห์ภายในเซลล์ เป็นสารสำคัญที่ทำให้เซลล์อยู่รอด โดยสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงาน และแหล่งคาร์บอนแก่เซลล์ได้ ต้องอาศัยการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์เพื่อนำเอาออกมาจากเซลล์ ส่วนเอกโซพอลิแซคคาไรด์หลั่งออกมานอกเซลล์ใน 2 รูปแบบ คือ แคปซูลซึ่งยึดติดอยู่กับผนังเซลล์ และในรูปของเมือกซึ่งปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมรอบๆเซลล์ เอกโซพอลิแซคคาไรด์มีหลากหลายและลักษณะเฉพาะไม่ซ้ำกัน มักมีความซับซ้อนทางโครงสร้างเคมี ทำหน้าที่ป้องกันเซลล์จากสารต้านจุลินทรีย์ และทำให้เซลล์ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้

สรรพคุณของพอลิแซคคาไรด์

1. ช่วยต่อต้าน ยับยั้ง และทำลายการลุกลามของเซลล์มะเร็งและเนื้องอก
2. ช่วยลดผลข้างเคียงจากการรักษามะเร็งด้วยยาเคมีบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ช่วยบรรเทาอาการแทรกซ้อน หรือป่วยซ้ำจากโรคเบาหวาน

4. ลดระดับน้ำตาลในเลือด และโคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ (ไขมันในเลือด)

5. ช่วยกระตุ้นการซ่อมแซมความเสียหายของกลุ่มเซลล์ที่เกิดจากการติดเชื้อไวรัส

6. ช่วยรักษาสมดุลการทำงานของระบบประสาท ระบบฮอร์โมน และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

7. ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอก และช่วยป้องกันไม่ให้เซลล์ที่ติดเชื้อไวรัสกลายเป็นเซลล์เนื้อร้าย

2.3.4.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ

กรดคอร์ไดเซปิก (**cordycepic acid**) เป็นกรดเฉพาะตัวของถั่งเช่าที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการการเผาผลาญสารอาหาร มีส่วนช่วยในการเพิ่มเมแทบอลิซึมของร่างกายทำให้ไม่เหนื่อยง่าย ช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและฟื้นตัวเร็ว ทำให้ร่างกายฟื้นตัวได้เร็วหลังจากทำเคมีบำบัด-คีโม (การรักษามะเร็ง) และสรรพคุณของกรดคอร์ไดเซปิกจะช่วยกระตุ้นกระบวนการ Metabolism ทำให้ร่างกายมีพลังแข็งแรงไม่เหนื่อยง่าย และชะลอภาวะเลือดออกในสมอง ลิ่มเลือด โรคหัวใจขาดเลือด และหอบหืด

สารคอร์ไดเซปิน กรดคอร์ไดเซปิก และอะดีโนซีน ในเห็ดถังเช่าสีทอง ช่วยเพิ่มพลังงานภายในร่างกายถูกใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของนักกีฬา (Parcell *et al*., 2004) ใช้ในการป้องกันและรักษาสารพัดโรค เช่น โรคหอบหืด วัณโรค โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคตับอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง โรคไต โรคหัวใจรวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิต ความดันโลหิตสูง ภาวะที่เม็ดเลือดขาวต่ำกว่าปกติ ลดระดับน้ำตาลในเลือด อาการอ่อนล้า เครียด นอนไม่หลับ โรคระบบประสาท โรคเบาหวาน เพิ่มภูมิคุ้มกัน เพิ่มความแข็งแรงของร่างกายให้ต้านทานต่อแบคทีเรียต้านเซลล์มะเร็งและเซลล์เนื้องอก (Kodama *et al*, 2000; Das *et al*, 2010)

สเตอรอล (sterol) เป็นลิพิดกลุ่มหนึ่งที่โครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวน ชื่อไซโคลเพอร์ไฮโดรฟีแนนทรีนตัวอย่างเช่น คอเลสเตอรอล วิตามินดี และฮอร์โมนเพศต่างๆ ทั้งฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิง

สเตอรอลเป็นพบได้ทั้งในพืชและสัตว์ สเตอรอล หรือสเตอรอยด์ แอลกอฮอลล์ (steroid alcohols) เป็นหมู่ย่อยของสเตอรอยด์กับกลุ่มไฮดรอกซิล ในตำแหน่งที่ 3 ของวงแหวน A สเตอรอลเป็นไลปิด (lipid) สังเคราะห์จากอะซิทิลโคเอนไซม์เอสเตอรอล มีดังนี้

1. คอเลสเตอรอล

คอเลสเตอรอล เป็นไลปิตที่อยู่ในกลุ่มสเตอรอล พบได้ทั้งในพืชและสัตว์ แต่คอเลสเตอรอลพบเฉพาะในสัตว์ อาหารที่มีคอเลสเตอรอลมากได้แก่ เครื่องในสัตว์ ไข่แดง และสัตว์น้ำทะเลที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดองคอเลสเตอรอล ไม่ให้พลังงานต่อร่างกาย แต่ร่างกายใช้คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารที่มีประโยชน์อื่นๆ เช่น ฮอร์โมนเพศ วิตามินดีและน้ำดีสำหรับย่อยไขมันในอาหาร คอเลสเตอรอล ส่วนหนึ่งมาจากอาหารที่รับประทานและอีกส่วนหนึ่งมาจากการสร้างของร่างกายเอง

คอเลสเตอรอล คือ สารชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นกึ่งของแข็งและกึ่งของเหลวสามารถพบได้ในอาหาร และพบได้ในเซลล์ทั่วไปของอวัยวะในร่างกายโดยปกติร่างกายของมนุษย์เราสามารถสร้างคอเลสเตอรอลขึ้นมาเองได้จากอวัยวะอย่างเช่น ตับ ไขสันหลัง สมอง และผนังหลอดเลือดแดง นอกจากนี้คอเลสเตอรอลยังอาจจะได้รับมาจากการทานอาหารเข้าไป แม้ว่าคอเลสเตอรอลจะถูกจัดว่าอยู่ในกลุ่มสารไขมันในเลือด (lipid profile) แต่ในความเป็นจริง คอเลสเตอรอลเป็นสารคล้ายไขมัน แต่ไม่ใช่ไขมันที่แท้จริงซะทีเดียว เนื่องจากคอเลสเตอรอลเป็นสารที่ไม่มีค่าพลังงานหรือไม่มีแคลอรี่ ซึ่งต่างจากไขมันที่จะมีค่าพลังงานประมาณ 9 แคลอรีต่อกรัม

2. ไฟโตสเตอรอล (phytosterol)

สารไฟโตสเตอรอล เป็นสารธรรมชาติที่พบเฉพาะในพืช อาหารที่มีไฟโตสเตอรอลสูงได้แก่ ธัญพืชที่ไม่ขัดสี ถั่วชนิดต่างๆ จมูกข้าว รำข้าว และน้ำมันรำข้าว ประโยชน์ของไฟโตสเตอรอลคือ ช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลในร่างกาย และยังมีงานวิจัยที่กล่าวถึงประโยชน์ของไฟโตสเตอรอลอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการนำไปใช้บำบัดผู้ป่วยที่มีภาวะคอเลสเตอรอลสูง ช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี (LDL-C) โดยที่ไม่ลดคอเลสเตอรอลที่ดี (HDL-C) ยิ่งไปกว่านั้นไฟโตสเตอรอลยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์เนื้องอก และช่วยทำลายเซลล์มะเร็งเต้านม รวมทั้งยังสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่และมะเร็งต่อมลูกหมากได้อีกด้วย

ไฟโตสเตอรอลหรือแพลนท์สเตอรอลเป็นไฟโตนิวเทรียนท์หรือสเตอรอลที่ได้จากพืชเป็นสารธรรมชาติในกลุ่มไตรเทอร์ฟีน มีโครงสร้างคล้ายกับคอเลสเตอรอล ไฟโตสเตอรอล มี 2 ประเภทคือ สเตอรอลและสตานอล โดยไฟโตสเตอรอลที่พบในพืชมีมากกว่า 200 อนุพันธ์ ส่วนใหญ่คือ เบต้า-ซิโตสเตอรอล (β-sitosterol) แคมเพสเตอรอล (campesterol) และสติกมาสเตอรอล (stigmasterol) ผลจากการวิจัยเกี่ยวกับไฟโตสเตอรอล พบว่ามีคุณสมบัติลดคอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดี และลดการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยยับยั้งการดูดซึม ควบคุมปริมาณการละลายและการย่อยคอเลสเตอรอลในลำไส้ โดยมีกลไกการออกฤทธิ์คือ เข้าแข่งขันการดูดซึมคอเลสเตอรอล ทำให้คอเลสเตอรอลไม่ถูกดูดซึม จึงใช้เป็นสารลดคอเลสเตอรอล (Marangoni and Poli, 2010, Van Hoed *et al*., 2006)

ไฟโตสเตอรอล (Phytosterols) มี 2 ประเภทใหญ่ คือ สเตอรอล (sterol) และสตานอล (Stanols) ซึ่งสารกลุ่มแรกจะมีความใกล้เคียงกับคอเลสเตอรอล ในขณะที่สารกลุ่มหลัง เป็นชนิดที่มีผลดีต่อสุขภาพหากนำมาบริโภค ทั้งนี้เพราะสตานอลจากพืชสามารถลดระดับสารประกอบคอเลสเตอรอลในเลือดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ในสัตว์ได้แก่

2.1.1 สเตอรอยด์ ฮอร์โมน (steroid hormone)

2.2 ในพืชได้แก่

2.2.1 แคมเปสตอรอล (campesterol)

2.2.2 ไซโตสเตอรอล (sitosterol)

2.2.3 สติกมาสเตอรอล (stigmasterol)

2.3.4.5 สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ หรือที่เรียกว่า สารแอนติออกซิแดนท์ สารที่ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันจากอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถแบ่งกลไกการยับยั้งของสารต้านอนุมูลอิสระได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้ 1) ทำการป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (preventive antioxidant) 2) ทำลายหรือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น (scavenging antioxidant) 3) ทำให้ลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง (chain breaking antioxidant) (Strain and Benzie, 1999)

ในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระอยู่ปริมาณหนึ่ง ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติในร่างกายมีหลายชนิด ทั้งที่เป็นเอนไซม์ ได้แก่ ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตท (Superoxide dismutase ;(SOD) พบในเม็ดเลือดแดง เอนไซม์คะตะเลส (catalase) พบในไซโตซอลของเซลล์ และสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ เช่น โคเอนไซม์คิวเทน (coenzyme Q_{10}) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีปริมาณจำกัดเมื่อร่างกายมีอนุมูลอิสระมากขึ้น จะเกิดการขาดความสมดุลระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระและอนุมูลอิสระในร่างกาย ดังนั้นถ้ามนุษย์ไม่มีการบริโภคสารที่มีลักษณะช่วยในการต้านอนุมูลอิสระ ก็จะก่อให้เกิดความเสื่อมถอยของเซลล์ในร่างกาย และในที่สุดทั้งสุขภาพของร่างกายก็เสื่อมไปด้วย ดังนั้นมนุษย์เราจึงควรหาแหล่งอาหาร หรือสิ่งที่ช่วยเพิ่มเสริมให้มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น เช่น 1) วิตามิน ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน 2) เกลือแร่ ได้แก่ ทองแดงและสังกะสี เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตท และซีลีเนียมเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์กลูตาไทโอนเปอร์ออกซิเดส 3) สารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ ได้แก่ โคเอนไซม์คิวเทน สารสกัดจากเมล็ดองุ่น สารสกัดจากเปลือกสน กรดแอลฟา-ไลโปอิก และสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารประกอบที่หาได้จากการเมแทบอไลท์ในพืชทั่วไป ประกอบด้วยสารประกอบสำคัญ ได้แก่ โปรแอนโทไซยานิดินส์ (proanthocyanidins) อนุพันธ์ของกรดแกลลิก (gallic acids) และอนุพันธ์ของกรดเฮกซะไฮดรอกซีไดฟีนิกส์ (hexahydroxydiphenic acid) สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) โดยสารประกอบฟีนอลิกที่สำคัญคือ ฟลาโวนอยด์ ประกอบด้วยแคทีชิน (catechin) โปรแอนโทรไซยานิดิน (proanthocyanins) แอนโทไซยานิดิน (anthocyanidins) ฟลาโวน (flavone) ฟลาโวนอยด์ (flavonols) และไกลโคไซด์ (glycosides) ของสารเหล่านี้

ในพืชที่มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มักจะมีสารประกอบหลักคือสารฟีนอลิก ได้แก่ ฟลาวานอยด์ กรดฟีนอลิก และแอนโธไซยานิน ซึ่งพบทั่วไปในใบ ลำต้นและเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพืช กลไกในการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจะอยู่ในรูปของการกำจัดอนุมูลอิสระ การให้ไฮโดรเจนอะตอม และการกำจัดออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน รวมทั้งการรวมตัวกับโลหะ สารต้านอนุมูลอิสระมีคุณประโยชน์อย่างมากต่อระบบที่สำคัญต่างๆ ในร่างกาย ได้แก่ ระบบหลอดเลือดและหัวใจ ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบกลุ่มเซลล์ประสาทที่ทำงานเฉพาะในสมอง การต่อต้านการเกิดโรคมะเร็งต่างๆ และการชะลอความชรา รวมทั้งกระบวนการต่างๆ ที่โดดเด่นในการปกป้องชีวิต ระบบต่างๆเหล่านี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับสุขภาพร่างกายของเรา ตัวอย่างเช่น โรคหัวใจที่เกิดจากการอุดตันของเส้นเลือดที่อาจเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน ซึ่งบางทีอาจจะเกิดจากการสะสมสารต่างๆที่บริเวณหลอดเลือด ทำให้ผนังหลอดเลือดถูกทำลายในกรณีโรคอื่นๆ เช่น โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer disease) ความเสียหายที่เกิดขึ้น ไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างแน่ชัดว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเมื่อใด ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเซลล์ประสาทในผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์

เอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase, SOD) เป็นหนึ่งในเอนไซม์ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตที่ต้องการออกซิเจน และในสิ่งมีชีวิตที่ไม่ต้องการออกซิเจนบางกลุ่ม ถือเป็นป้อมปราการแรก ในการป้องกันจากการออกซิเดชั่นโดยการเร่งปฏิกิริยาการแตกตัวของอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์ไปเป็นโมเลกุลของออกซิเจนและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ก่อน จากนั้นจะทำปฏิกิริยาสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อด้วยคาตาเลสและเปอร์ออกซิเดสจนได้น้ำและออกซิเจน เอนไซม์นี้จะค่อย ๆ ลดลงเมื่ออายุมากขึ้น ซึ่งหากขาดไปจะไม่สามารถขจัดอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์ได้

2.3.4.6 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ เมื่อมีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่จึงทำให้โมเลกุลนั้นไม่เสถียร จึงพยายามจับอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียง ให้มีอิเล็กตรอนครบคู่เพื่อความเสถียร เมื่อโมเลกุลที่อยู่ข้างเคียงถูกดึงอิเล็กตรอนออกไป ต้องไปจับเอาอิเล็กตรอนจากอะตอมหรือโมเลกุลข้างเคียงตัวอื่นต่อๆไป เป็นอย่างนี้ต่อเนื่องไปเป็นแบบปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยไม่มีที่สิ้นสุดเพื่อให้ตัวอะตอมหรือโมเลกุลมีความเสถียร และถ้าหากอิเล็กตรอนที่ไม่มีคู่ 2 ตัวจับคู่กันพอดีจะเปลี่ยนเป็นมีโมเลกุลที่เสถียรเช่น hydrogen radical ($H^{\bullet}$) hydroxyl radical ($HO^{\bullet}$) superoxide anion radical ($O_2^{-\bullet}$) เป็นต้น (Halliwell, 1991)

อนุมูลอิสระเป็นสารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยวในอะตอมหรือโมเลกุล (บุหรัน, 2556) เกิดจากกระบวนการต่างๆในร่างกาย และยังมีปัจจัยภายนอก เช่น มลภาวะต่างๆ การได้รับรังสี ยารักษาโรคบางชนิด อาหารที่ไหม้เกรียม เป็นต้น เมื่อได้รับสารอนุมูลอิสระเป็นปริมาณมากๆ ก็จะเป็นอันตรายต่อเซลล์ และก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ พาร์กินสัน เป็นต้น ดังนั้นร่างกายจึงมีกลไกป้องกันอนุมูลอิสระด้วยการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ แต่ร่างกายสามารถสร้างสารต้านอนุมูลอิสระได้อย่างจำกัด จึงต้องมีการรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มเติม ซึ่งจะพบได้มากในพืชผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมูลอิสระ DPPH เป็นอนุมูลอิสระไนโตรเจนที่คงตัวและมีสีม่วง การทดสอบ DPPH จะเป็นการทดสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยให้ไฮโดรเจนอะตอมจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร สารละลาย DPPH แรกเริ่มจะมีสีม่วงในเอทานอล เมื่อสารละลายได้รับไฮโดรเจนอะตอมจะมีการทำปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จะนำไปคำนวณเป็นค่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระที่พบจริงและเกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ เป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า (พนิดา กุลประสูติดิลก, 2548) แต่เกิดได้ทั้งภายในและภายนอกร่างกาย สามารถพบได้มากที่ระบบเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง ทำให้เกิดอาการผิวแห้งเสียความยืดหยุ่น เกิดฝ้า ตกกระ หรืออาจมีอาการข้อเสื่อมได้ถ้าอนุมูลอิสระเข้าไปทำลายที่ไขข้อกระดูก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อนุมูลอิสระมีผลมากในทางทำให้เกิดสภาวะเสื่อม ทำให้ระดับเซลล์เสียหายได้หลายรูปแบบ เช่น อาจช่วยกระตุ้นให้สารก่อมะเร็งมีฤทธิ์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเกิดการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ ตลอดจนอาจทำลายโครงสร้างทางเคมีของดีเอ็นเอหรือโครโมโซม อนุมูลอิสระสร้างความเสียหายต่อชีวโมเลกุลมาก โดยเฉพาะการออกซิไดซ์ไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพเป็นเหตุให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัวและมีความยืดหยุ่นน้อยลง อีกทั้งยังเข้าจู่โจมทำให้เกิดการแตกหักและโปรตีนรวมตัวเป็นก้อน ทำให้เอนไซม์เสื่อมสภาพ ฮอร์โมนทำงานไม่ปกติ นอกจากนี้ถ้าอนุมูลอิสระเข้าจับกับดีเอ็นเอ ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) และการแบ่งเซลล์ผิดปกติเป็นสาเหตุของโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคความจำเสื่อม โรคมะเร็ง ต้อกระจก และภาวะความเสื่อมชราของเซลล์ (aging)

อนุมูลอิสระอาจถูกจำแนกเป็น 4 ชนิดได้แก่ 1) อนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์ (superoxide) เกิดขึ้นเมื่อไมโทคอนเดรียในเซลล์นำออกซิเจนออกมาใช้เป็นพลังงาน 2) อนุมูลอิสระไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรคชนิดหนึ่งจัดเป็นอนุมูลอิสระ คุณสมบัติทางเคมีของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จัดว่ามีความไม่เสถียรเป็นอย่างมาก จึงปล่อยอิเล็กตรอนออกมา ทำให้มีพิษรุนแรง 3) ซิงเกลด ออกซิเจน (singlet oxygen) เป็นอนุมูลอิสระที่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันรุนแรง หากร่างกายได้รับรังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตราไวโอเลต ภายในร่างกายก็จะเกิดซิงเกลด ออกซิเจนจำนวนมากเป็นอนุมูลอิสระ ซึ่งก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น มะเร็งผิวหนัง และเป็นอันตรายต่อผิวหนัง 4) อนุมูลอิสระไฮดรอกซิล มีฤทธิ์ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันรุนแรง กล่าวคือ ถ้ามีอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล อยู่ในร่างกายเพียงชนิดเดียวก็ทำให้บุคคลคนนั้น มีโอกาสเสียชีวิตถึงร้อยละ 50 เป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้ร่างกายแก่เร็ว เกิดโรคมะเร็งและโรคในผู้สูงอายุเป็นต้น

ร่างกายสิ่งมีชีวิตได้รับอนุมูลอิสระจากแหล่งสำคัญ 2 แหล่ง ดังนี้ 1) แหล่งภายในร่างกาย มาจากปฏิกิริยาเคมีต่างๆ หรือผลจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกายเองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา (Maxwell, 1995) ได้แก่ กระบวนการย่อยสลายอาหารโดยเอนไซม์ชนิดต่างๆ การกำจัดเชื้อแบคทีเรียโดยเซลล์เม็ดเลือดขาว และกระบวนการลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) เป็นต้น 2) แหล่งภายนอกร่างกาย มาจากการรับประทานอาหารที่มีสารพิษตกค้างประเภทยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช อาหารที่ใช้สารกันบูด สารแต่งสี แต่งกลิ่น สารเพิ่มความกรอบ การปรุงอาหารด้วยการทอดใน

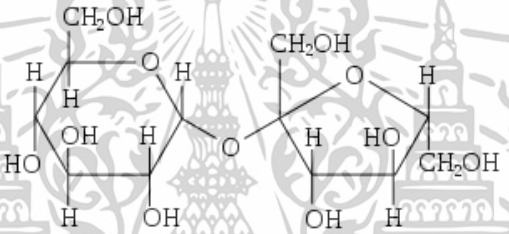
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันเดือดๆ อาหารที่ปิ้งย่างจนเกรียมจัด อาหารที่รมควัน ตลอดจนการฉายรังสีหรือเคมีบำบัด การหายใจเอาควันพิษจากท่อไอเสียรถยนต์ หมอกควัน เขม่าจากโรงงานและควันบุหรี่ เป็นต้น

2.4 สารให้ความหวาน

2.4.1 น้ำตาลซูโครส

น้ำตาลซูโครส เป็นน้ำตาลที่เรียกกันทั่วไปว่าน้ำตาลทรายมีโครงสร้างแสดงดังรูป 2.8 ใช้เป็นสารให้ความหวานกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งจะพบอยู่ในพืชและผลไม้หลากหลายชนิด แต่ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำตาลในทางการค้า คือ อ้อย และหัวบีท (beat root) น้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) 2 ชนิด คือ น้ำตาลฟรักโตส (fructose) และน้ำตาลกลูโคส (glucose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) มีสูตรโมเลกุล คือ $C_{12}H_{22}O_{11}$ น้ำตาลซูโครส เป็น non reduction sugar เพราะไม่มีหมู่ฟังก์ชั่นเหลืออยู่ในโมเลกุล



รูปที่ 2.8 โครงสร้างโมเลกุลของน้ำตาลซูโครส
ที่มา : http://www.askiitians.com/iit_jee-Carbohydrates_Amino_Acids_Peptides/Disaccharide

2.4.2 น้ำตาลเด็กซ์โตรส

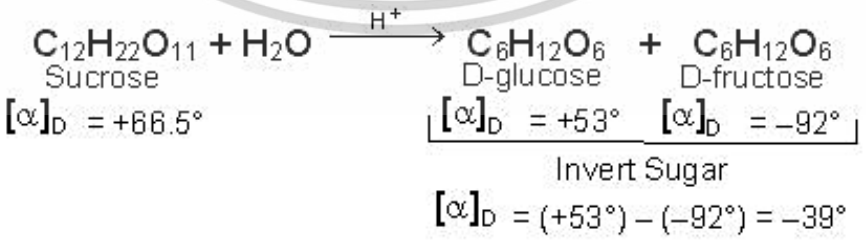
น้ำตาลเด็กซ์โตรส เป็นชื่อที่ไว้ใช้เรียกผลึกน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว จัดอยู่ในกลุ่มของ อัลโดเฮกโซส (aldohexose) อัลโดเฮกโซส คือน้ำตาลที่มีอะตอมของคาร์บอนอยู่ 6 อะตอม และเป็นอนุพันธ์อัลดิไฮด์ (aldehyde derivatives) คือมีกลุ่มคาร์บอนิล (carbonyl group) อยู่ที่ปลาย นอกจากนี้มีการจัดเรียงตัวของอะตอมคาร์บอนเป็นรูปหกเหลี่ยม ซึ่งเรียกว่าไพราโนส (pyranose) แหล่งกลูโคสที่มีในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของน้ำตาลสองโมเลกุล (disaccharides) บางชนิด เช่น ซูโครส แลคโตส (lactose) นอกจากนี้จะอยู่ในรูปน้ำตาลหลายโมเลกุล เช่น แป้งที่พบในเซลล์พืช ไกลโคเจน (glycogen) ที่พบในเซลล์สัตว์ทั้งแป้งและไกลโคเจนนี้ อาจจะเรียกว่า กลูแคน (glucan) เพราะเป็นน้ำตาลหลายโมเลกุล ซึ่งเกิดจากการต่อกันของน้ำตาลกลูโคสเพียงอย่างเดียว ผลึกน้ำตาลกลูโคสจะมี 2 ชนิดคือ ชนิดที่ไม่มีน้ำในผลึกเรียกว่า เดกซ์โตรส แอนไฮดรัส (dextrose anhydrous) ซึ่งเป็นผลึกบริสุทธิ์ ของดี-กลูโคส ที่ผลิตจากน้ำเชื่อมกลูโคส ที่มีค่าเดกซ์โตรส อิควิวาเลนต์ (Dextrose Equivalent) (DE) สูง ด้วยการตกผลึก (crystallization) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียสและชนิดที่มีน้ำในผลึก 1 โมเลกุลเรียกว่า เดกซ์โตรส โมโนไฮเดรต (dextrose monohydrate) คือ ผลึกบริสุทธิ์ของน้ำตาลดี-กลูโคส ที่มีโมเลกุลของน้ำ 1 โมเลกุล ผลิตจากน้ำเชื่อมกลูโคส ที่มีเดกซ์โตรสที่มีอิควิวาเลนต์สูง ด้วยการตกผลึกด้วยเครื่องตกผลึก (crystallizer) โดยควบคุมการตกผลึกที่อุณหภูมิต่ำ โดยทั้งเดกซ์โตรส แอนไฮดรัส และเดกซ์โตรส โมโนไฮเดรต สามารถผลิตได้จากแป้ง (starch) ทุกชนิดในประเทศไทย แป้งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเดกซ์โตรส คือ แป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากมีราคาถูก หลักการในการผลิตผลึกน้ำตาลเดกซ์โตรสทั้งสองชนิด คือ นำน้ำแป้งมาย่อยด้วยเอนไซม์ (enzyme) ให้เป็นสารละลายกลูโคส นำสารละลายกลูโคสไปผ่านการกรอง ฟอกสี จับไอออนที่มีประจุบวกและลบ ในกรณีที่ผลิตเพื่อใช้ในการทำน้ำเกลือสำหรับฉีดเข้าเส้นเลือดจะต้องกรองซากจุลินทรีย์ออก จากนั้นนำไประเหยน้ำ เพื่อให้ได้สารละลายกลูโคสที่เข้มข้น แล้วทำการตกผลึก จะได้ผลึกชนิดโมโนไฮเดรต หรือแอนไฮดรัสตามความต้องการ พร้อมทั้งควบคุมสภาวะการตกผลึก จากนั้นแยกผลึกออกจากสารละลายกลูโคสแล้วอบให้แห้ง ผลึกเดกซ์โตรสทั้งสองชนิดที่ได้จะมีลักษณะทั่วไปคือ มีสีขาวไม่มีกลิ่นและรส สำหรับผลึกชนิดแอนไฮดรัส เมื่อเก็บไว้จะจับตัวเป็นก้อนช้ากว่าผลึกน้ำตาลชนิดโมโนไฮเดรต น้ำตาลเดกซ์โตรสนี้ใช้สำหรับ ผลิตเป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ ชนิดผงและชนิดน้ำ ส่วนชนิดที่เป็นเกรดยาฉีดจะใช้ผลิตน้ำเกลือสำหรับฉีดเข้าเส้นเลือดคือ น้ำตาลกลูโคส ที่มีรูปแบบทางเคมีที่อยู่ในรูปแบบดี-กลูโคส เป็นน้ำตาลที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ เช่น ในผลไม้ น้ำผึ้ง ซึ่งอาจเรียกว่า grape sugar หรือพบในน้ำเชื่อมกลูโคส ซึ่งได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ช

2.4.3 น้ำตาลอื่น ๆ ที่นำมาใช้

น้ำตาลอินเวิร์ต คือ สารให้ความหวาน เตรียมโดยการนำน้ำเชื่อมจากน้ำตาลซูโครส ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) สลายพันธะไกลโคไซด์ด้วยกรดหรือเอนไซม์ จะได้น้ำตาลฟรักโตสและกลูโคสอย่างละเท่า ๆ กัน สูตรโครงสร้างของโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสแสดงดังรูปที่ 2.9 ในธรรมชาติจะพบน้ำตาลอินเวิร์ตในน้ำผึ้ง (honey) น้ำตาลอินเวิร์ตมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย เพราะคุณสมบัติเด่นของน้ำตาลฟรักโตสมีความหวานมากกว่าและตกผลึกได้ยากกว่า การใช้ประโยชน์น้ำตาลอินเวิร์ตในอาหาร เช่น ลูกกวาด (confectionery) ส่วนผสมในการผลิตไส้ไอศกรีม (ice cream) เครื่องดื่ม (beverage) เบเกอรี่ (bakery) และแยม (jam)



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของโมเลกุลของน้ำตาลซูโครส ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรักโตส
ที่มา : http://www.askiitians.com/iit_jee-Carbohydrates_Amino_Acids_Peptides/Disaccharide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 น้ำเชื่อมกลูโคส

น้ำเชื่อมกลูโคส หรือ กลูโคสไซรัป หรือ แปะแซ เป็นสารให้ความหวานเป็นของเหลว ใส และข้นหนืด น้ำเชื่อมกลูโคสเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ชให้เล็กลง (starch hydrolysis) การผลิตน้ำเชื่อมกลูโคสมีวัตถุดิบหลัก คือ สตาร์ช จากแป้ง เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า นำมาผสมกับน้ำแล้วทำให้สุก หลังจากนั้นน้ำแป้งสุกจะถูกย่อยด้วยกรดหรือเอนไซม์ที่ย่อยสตาร์ชได้ เช่น amylase ทำให้สตาร์ชมีขนาดโมเลกุลเล็กลง กระบวนการทำให้สตาร์ชมีโมเลกุลเล็กลงจะได้เป็นน้ำเชื่อมกลูโคสที่เป็นของเหลวใส หวานข้นหนืด มีส่วนประกอบเป็นน้ำตาลกลูโคส มอลโตส (maltose) และโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) ปัจจุบันนิยมผลิตกลูโคสไซรับด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์เนื่องจากให้ความบริสุทธิ์ของกลูโคสมากกว่าการย่อยด้วยกรด

2.4.5 น้ำเชื่อมฟรักโตส

ฟรักโตสไซรัป จะมีรสหวานมากกว่าน้ำเชื่อมจากน้ำตาลซูโครสหรือกลูโคสทำจากกลูโคสไซรัป โดยการเติมเอนไซม์ลงเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นฟรักโตส ได้สารให้ความหวานที่มากขึ้น ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 24 ที่เหลือคือน้ำตาลฟรักโตสผสมกับน้ำตาลกลูโคส มีหลายความเข้มข้น เช่น HFCS 90 ประกอบด้วยน้ำตาลฟรักโตสประมาณร้อยละ 90 และน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 10 HFCS 55 ประกอบด้วยน้ำตาลฟรักโตสประมาณร้อยละ 55 และน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 42 มีความหวานที่ใกล้เคียงน้ำตาลที่สุด นิยมเติมในเครื่องดื่ม HFCS 42 ประกอบด้วยน้ำตาลประมาณฟรักโตสร้อยละ 42 และน้ำตาลกลูโคสร้อยละ 53 นิยมใช้ในเครื่องดื่ม และขนมอบ

2.5 เพคติน

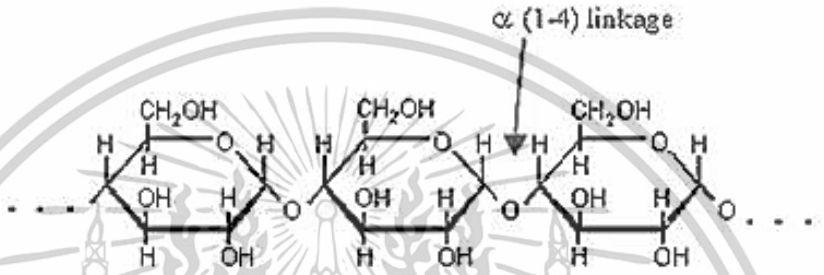
2.5.1 เพคตินคืออะไร

เพคติน (pectin) เป็นสารพอลิแซคคาไรด์ เช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส ซึ่งพบได้ทั่วไปในผนังเซลล์ของพืช ประกอบด้วยกรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) เป็นหลัก ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิก (α-1,4 glycosidic) เพคตินมาจากภาษากรีก แปลว่า สารประสานหรือสารทำให้แข็งตัว (congeal or solidity) เพคตินเป็นสารพอลิแซคคาไรด์ที่พบได้ทั่วไปในผนังเซลล์ของพืชที่ยังมีอายุน้อย ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเซลล์ และยึดเหนี่ยวเซลล์พืชหลายเซลล์ให้เชื่อมติดกันในบริเวณชั้น middle lamella รวมถึงเป็นสับเตรตของเอนไซม์เพคติเนส และเป็นส่วนประกอบสำคัญของเนื้อเยื่อพาเรนไคมา (parenchyma tissue) ราคาเพคตินในประเทศไทยค่อนข้างสูง อยู่ที่ประมาณ 500–10,161 บาทต่อกิโลกรัม เช่น เกรดสำหรับอุตสาหกรรมจะอยู่ที่ 500-1,000 บาทต่อกิโลกรัม และเกรดทางการแพทย์จะอยู่ที่ 6,650-10,161 บาทต่อกิโลกรัม ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ผลิตและเกรดของเพคติน เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีโรงงานผลิตเองได้ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในทางการค้าส่วนใหญ่จะผลิตได้จากผลไม้ตระกูลส้ม และกากของแอปเปิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โครงสร้างของเพคติน

เพคติน เป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นกรดกาแลคทูโรนิกเชื่อมผสานกันประมาณ 200–1000 หน่วย ด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิก มีน้ำหนักโมเลกุล 30,000-300,000 ดาลตัน สูตรโมเลกุลของเพคติน แสดงดังรูปที่ 2.10 และอาจพบน้ำตาลกาแล็กโตส อะราบิโนส และแรมโนส ที่โซ่พันธะของ เพคติน กรดกาแลคทูโรนิกบางส่วนจะเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริไฟด์ด้วยหมู่เมทิลได้ ซึ่งเมทิลเลชั่นจะช่วยบ่งบอกคุณสมบัติของเพคตินได้ โดยพิจารณาได้จากค่า DM (degree of methylation) ที่แสดงถึงหมู่เมทอคซิลเฉลี่ยต่อปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก 100 หน่วย



รูปที่ 2.10 สูตรโมเลกุลของเพคติน
ที่มา : https://www.siamchemi.com/เพกติน/

2.5.3 ชนิดของเพคติน

ชนิดของเพคตินมีการแบ่งตามระดับเมทิลเลชั่น (degree of methylation : % DM) ได้ 2 ชนิด ได้แก่ (Rolin, 1993)

1) เพคตินที่มีเมทอคซิลสูง (high methoxyl pectin) เป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอริฟิเคชันหรือมีระดับเมทิลเลชั่นมากกว่า 50 % มีคุณสมบัติทำให้เกิดเจลและจับฟองอากาศได้ดี โดยเฉพาะในสภาวะที่มีน้ำตาลร้อยละ 55–65 หรือมีค่า pH เท่ากับ 2.9–3.1 โดยสายเพคตินจะช่วยดึงน้ำออกจนเกิดการเพิ่มของประจุลบให้แก่เพคติน ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพคตินชนิดนี้ ได้แก่ แยมและเยลลี่ ทั้งนี้ เพคตินชนิดนี้ แบ่งย่อยได้ 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดเซ็ตตัวเร็ว (rapid set) มีระดับเมทิลเลชั่นร้อยละ 68-72 ชนิดเซ็ตตัวปานกลาง (rapid set) มีระดับเมทิลเลชั่นร้อยละ 59-64 และชนิดเซ็ตตัวช้า (rapid set) มีระดับเมทิลเลชั่นมากกว่าร้อยละ 50 แต่น้อยกว่าร้อยละ 59 ซึ่งเป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะผลิตภัณฑ์มักมีของแข็งละลายเป็นองค์ประกอบสูงอยู่แล้ว

2) เพคตินที่มีเมทอคซิลต่ำ (low methoxyl pectin) เป็นเพคตินที่มีระดับของเมทธิลเอสเทอริฟิเคชันหรือมีระดับเมทิลเลชั่นน้อยกว่าร้อยละ 50 และผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมีระดับเมทิลเลชั่นในช่วงร้อยละ 25-40 และส่วนมากจะใช้ไม่เกินร้อยละ 25 เพราะผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมีค่าเป็นกลาง เพคตินชนิดนี้มีคุณสมบัติการเกิดเจลได้ดีตั้งแต่ระดับอุณหภูมิห้อง แต่ต้องเติมโลหะบางชนิดเข้าช่วย เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และต้องเติมในปริมาณที่เพียงพอจึงจะทำให้เพคตินเกิดเจลได้ เพคติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่ดีอีกอย่าง คือ ช่วยเพิ่มความนุ่มและเนื้อสัมผัสที่ดีให้แก่อาหารที่ได้จากไอออนของแคลเซียม

2.5.4 สารประกอบเพคติน

สารประกอบของเพคตินที่ได้จากปฏิกิริยาเมทิลเอสเทอริฟิเคชัน โดยหมู่เมทิล (methyl groups) ทำให้มีหมู่คาร์บอกซิล (carboxyl groups) ของกรดโพลีกาแลคทูโรนิคนั้นมีความแตกต่างกัน ได้แก่

1) โปรโตเพคติน (protopectin) หรือเพคโตส (pectose) เป็นสารประกอบตั้งต้นหรือเป็นสารพื้นฐานของเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ ไม่สามารถเกิดเจลได้ เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์หรือถูกไฮโดรไลซิสจะเปลี่ยนเป็นเพคติน พบในเนื้อเยื่อในส่วนมิดเดิลลาเมลลา (middle lamella)

2) กรดเพคตินิก (pectinic acid) เป็นคอลลอยด์ในสารประกอบของ polygalacturonic acid ประกอบด้วยหมู่เมทิลเอสเทอร์ สามารถเกิดเจลได้ เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเหมาะสม

3) เพคติน เป็นสารที่ละลายน้ำได้ ปริมาณเมทิลเอสเทอร์ และระดับกรดด่างที่เป็นกลางจะมีผลต่อการเกิดเจล

4) กรดเพคติก เป็นคอลลอยด์ของกรดเพคตินิคที่ไม่มีหมู่เมทิลเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบ โดยเป็นเกลือของกรดเพคติก เรียกว่า เพคเตท (pectate)

2.5.5 สมบัติของเพคติน

1) การละลายของเพคตินเป็นสารมีขั้ว เมื่อสัมผัสน้ำจึงละลายได้ง่าย และหากมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยให้ละลายตัวได้ดีขึ้น และเมื่อละลายน้ำแล้วจะสามารถขยายหรือพองตัวเพิ่มปริมาตรขึ้น ทั้งนี้เพคตินเป็นสารที่รวมตัวกับน้ำได้ปริมาณมาก นอกจากนั้น ยังละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วต่างๆ เช่น เฮกเซน และเอทานอล เป็นต้น หรือสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดด่างต่างๆ แต่ไม่ละลายในน้ำมัน

2) ความหนืดของเพคติน เมื่อละลายน้ำหรือละลายในตัวทำละลายแล้วจะเกิดการขยายตัวของพอลิเมอร์ทำให้เกิดความหนืดขึ้น ซึ่งความหนืดของเพคตินจะมีความแตกต่างกันตามชนิดหรือวัตถุดิบที่ผลิต ความเข้มข้น และปริมาณแคลเซียม รวมถึงความเป็นกรดด่าง การไหลของเพคตินที่มีผลต่อความหนืด โดยสารละลายของเพคตินเจือจางจะมีรูปแบบการไหลแบบนิวโตเนียน (newtonian) คือ ค่าความหนืดที่คงที่จะไม่ขึ้นอยู่กับแรงเฉือน กล่าวคือ แม้จะเพิ่มแรงเฉือนมากขึ้น แต่ค่าความหนืดจะยังมีค่าคงที่ แต่หากเพิ่มระดับความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 1 จะเปลี่ยนรูปแบบการไหลเป็นแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) คือ เมื่อเพิ่มแรงเฉือนจะมีผลต่อค่าความหนืดที่ลดลง

2.6 พรีไบโอติก (Prebiotics)

Gibson และ Roberfroid (1995) เสนอขึ้นมาเป็นครั้งแรก โดยให้นิยามว่า "พรีไบโอติก คือ ส่วนประกอบของอาหารที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายโดยทางเดินอาหารของคนและสัตว์แต่ให้คุณประโยชน์แก่คนและสัตว์โดยการกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์โปรไบโอติกในทางเดินอาหารอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะเจาะจง ดังนั้นคุณสมบัติของสารพรีไบโอติกจึงควรมีดังต่อไปนี้ ไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในทางเดินอาหาร เป็นสารอาหารที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของโปรไบโอติกที่เฉพาะเจาะจง และสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของจุลินทรีย์อันจะก่อให้เกิดสุขภาพที่ดี

2.6.1 ความหมายและคุณสมบัติของสารพรีไบโอติก

ความหมายของคำว่า พรีไบโอติก คือ ส่วนประกอบของอาหารที่ไม่สามารถถูกย่อยและถูกดูดซึมในทางเดินอาหารส่วนบน แต่จะมีผลในการส่งเสริมสุขภาพของผู้ที่กินเข้าไป โดยเลือกที่จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในร่างกายและยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค (Fooks *et al*., 1999) ดังนั้นสารอาหารที่จัดเป็นพรีไบโอติกจะต้องเป็นสารที่ไม่ย่อยหรือดูดซึมในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก และมีบทบาทในการกระตุ้นและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ กลุ่ม *Bijfidobacterium* และ *Lactobacills* ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่มีประโยชน์ต่อร่างกายได้และสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคพวก *Clostridium*, Proteolytic bacteria และ *Escherichia coli* ในลำไส้

สารอาหารที่ถูกใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมักโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ได้แก่ resistance starch (RS), Non-starch polysaccharide (NSP) ทั้งนี้รวมไปถึงสารประกอบพอลิแซคคาไรด์ที่ได้จากพืช เช่น เพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส กัวร์ และไซแลน นอกจากนี้ยังมีกลุ่มของโอลิโกแซคคาไรด์ เช่น แลคโตส แลคตูโลส ฟรุตโตสโอลิโกแซคคาไรค์ สาร mucin glycoprotein ซึ่งผลิตโดย goblet cell ในลำไส้ใหญ่ สามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมัก โดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ใช้ได้เช่นกัน สารอาหารกลุ่มนี้ประกอบด้วยน้ำตาลโมโนแซคคาไรค์ที่เชื่อมกันโดยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic linkage) โดยโพรไบโอติกแต่ละชนิดก็สร้างเอนไซม์ที่แตกต่างกันซึ่งทำให้สามารถตัดพันธะของโมโนแซคคาไรค์ได้แตกต่างกันด้วย เช่น ความสามารถของ *Bifdbacterium* ที่สร้างเอนไซม์เบต้าฟรุกโตฟูราโนไซเดส (β-Fuctofiuranosidase) มาย่อยฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide) ได้เป็นต้น ในขณะที่พรีไบโอติกที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักโมเลกุลสูงจะสามารถนำไปใช้โดยแบคทีเรียได้น้อยลงหรืออาจกล่าวได้ว่า พรีไบโอติกที่ดีควรที่จะมีขนาดเล็กจะมีจำนวนโดยประมาณของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่อยู่ในสายพอลิเมอร์ (degree of polymerization) น้อย (Manning and Gibson, 2004)

พรีไบโอติกสามารถเป็นได้ทั้งเปปไทค์สายสั้นๆ โปรตีน คาร์โบไฮเดรตหรือแม้กระทั้งลิปิด แต่สารกลุ่มที่ได้รับความนิยมและมีการศึกษามากที่สุดคือ โอลิโกแซคคาไรด์ที่ย่อยไม่ได้ (non-digestible oligosaccharides; NDOs) (Wongputtisin, 2003)

สารพรีไบโอติกดังกล่าวสามารถพบได้ในผักและผลไม้หรืออาจจะได้จากการสังเคราะห์ โดยการย่อยสารในกลุ่มพอลิแซคคาไรค์หรือการสังเคราะห์โดยการใช้เอนไซม์ ซึ่งชนิดและโครงสร้างของของพรีไบโอติกที่มีการใช้ในปัจจุบันได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 สารพรีไบโอติกสามารถพบได้ในพืชผักต่าง ๆ เช่นพืชตระกูลหอม กระเทียม หน่อไม้ฝรั่ง กล้วย และในธัญพืชต่าง ๆ สารพรีไบโอติกมักเป็นสารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเครดเช่น โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Oligosaccharides) รีซิสแท้น สตาร์ช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(resistant starch) หรือไม่ใช่สารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (Non-starch polysaccharide, NSP) เช่น ไคโตแซนและเส้นใยอาหาร ทั้งนี้รวมไปถึงสารที่ได้จากพืชเช่น เพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสกัม และไซแลน ซึ่งไม่ถูกย่อยและถูกดูดซึมโดยร่างกายมนุษย์และเหลือเป็นสารอาหารให้กับจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้ใหญ่สามารถใช้ในการเจริญเติบโตและส่งเสริมสุขภาพของมนุษย์ให้ดีขึ้นเช่น ผลิตวิตามิน (บี1และบี2) เพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุ (แคลเซียมและแมกนีเซียม) ลดการติดเชื้อในทางเดินอาหาร ลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลในเลือด ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยลดอาการท้องผูก ท้องเสีย และผลิตกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) เช่น อะซิเตท บิวเทอเรท และโพรพิโอเนท (Gibson *et al*., 2004; Chonan *et al*., 1995) ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้จะถูกนำไปใช้โดยเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย และมีผลในการป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยบิวเทอเรทมีผลไปกระตุ้นการเกิดอะพอพโทซิส (apoptosis) ในเซลล์ลำไส้ใหญ่ทำให้ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ (Hughes and Rowland, 2001) และนอกจากนี้ mucine glycoprotcin ซึ่งผลิตโดย goblet cell ในลำส้ใหญ่ และไคโตแซน ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (chito-oligosaccharides, COS) แบคที่เรียโปรไบโอติกสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมักได้เช่นกัน โดยจากการศึกษาพบว่าไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ช่วยกระตุ้นการเจริญของ *Bifidobacterium bifidun* KCTC 3440, *Bifidobacterium infantis* KCTC 3249 และ *Lactobacillus* sp. ได้ (Lee *et al*., 2012)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของสารพรีไบโอติก

Oligosaccharide	Chemical composition
Fructo-oligosaccharides (Raffinose P95)	95% oligosaccharides β,(2-1) fructan; 60% glucose, fructose$_{(n)}$,40% fructose$_{(n)}$ dp 2-8, average 4-5
Inulin	>99% oligosaccharides β, (2-1) fructan; average dp 10-12
Oligosaccharide	Chemical composition
Pyrodextrins	Complex mixture of glucose-containing oligosaccharides
Transgalactosylated oligosaccharides (Oligomate 55)	55% Mainly 6' galactosyllactose, dp of oligosaccharide fraction 2-5 (primarily dp 3)
Galacto-oligosaccharides	85% Oligogalactose, small amounts of glucose, galactose and lactose
Soy- oligosaccharides	Stachyose (fructose, galactose, galactose, glucose) and raffinose (fructose, galactose, glucose), dp 3-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของสารพรีไบโอติก (ต่อ)

Xylo-oligosaccharides	β, (1-4) linked xylose; 70% pure, dp of oligosaccharide fraction 2-4
Isomalto-oligosaccharides	Mixture of a, (1-6) linked glucose oligomers (isomaltose, panose, isomaltotriose)
Lactulose	Galactose and fructose-containing disaccharide
Pectic-oligosaccharide	75% D-galacturonic acid,(1—>4) -linked-D-galacturonic acid

dp= degree of polymerization ที่มา: ดัดแปลงจาก George *et al.,* (1999)

มีรายงานว่าการเสริม NDOs ในอาหารคนจะช่วยก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ คือ ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของโปรไบโอติกในลำไส้ เช่น การเสริมฟรุคโตโอลิโกแซคาไรค์ (fructooligosaccharides, FOS) ในอาหารจะช่วยให้การเจริญของ *Bifdobacterium* sp. ดีขึ้นส่งผลให้ช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค เช่น *Clostridium* sp. (la Blay *et al*., 1999; Kullen *et al*., 1998; Bouhnik *et al*., 1998; Campbell *et al*., 1996) น้ำตาลฟรุคโตโอลิโกแซคาไรค์และอนุพันธ์ของซูโครสไม่ก่อให้เกิดฟันผุ ช่วยเพิ่มระดับของกรดไขมันสายสั้น (short chain fally acid, SCFA) เพิ่มการยืด-หดตัวของลำไส้ (peristalsis) (Mazza, 1998) NDOs ยังช่วยลดระดับไขมันในเลือดจึงช่วยลดโอกาสเกิดโรคหัวใจ ดังเช่นจากการศึกษาในชาย 12 คนที่มีอาการภาวะไขมันในเลือดสูง (hyperchlolestcrolemia) โดยเสริมอินนูลิน (insulin) 20 กรัม ในไอศกรีมให้กินทุกวันเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าระดับของไตรกลีซอไรค์และคอเรสเตอรอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Causey *et al*., 2000)

2.6.2 ประเภทของสารพรีไบโอติก

2.6.2.1 ประเภทของสารพรีไบโอติก สารที่ถูกจัดจำแนกเป็นพรีไบโอติกได้นั้น จะต้องมีลักษณะอย่างน้อย 3 ประการ คือ สารนั้นจะต้องไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในกระเพาะอาหารหรือลำไส้เล็กและสามารถเคลื่อนที่ไปจนถึงลำไส้ใหญ่ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง สารนั้นจะต้องจำเพาะกับแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ เช่น *Bifidobacteria* และผลจากการหมักสารนั้นควรทำให้เกิดการกระตุ้นที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตและสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อที่เป็นโทษได้ (Kolida *et al*., 2002; Gibson, 2004) โดยสามารถแบ่งประเภทของพรีไบโอติกได้ (เฉลิมขวัญ และมัลลิกา, 2548) ดังนี้

2.6.2.2 น้ำตาลแอลกอฮอล์ (alcohol sugar) จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดโครงสร้างหรือดัชนีการสังเคราะห์พอลิเมอร์ (degree of polymerization; DP) เพียง 1-2 ตัว ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ เช่น มอลทิทอล (maltitol) ซอร์บิทอล (sorbitol) ไอโซมอลต์ (isomalt) และไซลิทอล (xylitol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น ในบางครั้งจะเรียกน้ำตาลแอลกอฮอล์ว่า พอลิออล (polyols) สามารถเป็นสารให้ความหวานได้ โดยมีความหวานประมาณ 3 ใน 4 หรือครึ่งหนึ่งของน้ำตาลทั่วไปและยังดูดซึมได้ช้าในลำไส้เล็ก เมื่อเทียบกับน้ำตาล จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ด้วย

2.6.2.3 รีซิสแท้น สตาร์ช เป็นแป้งหรือผลิตภัณฑ์แป้งที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์จัดเป็นพอลิแซกคาไรด์ ซึ่งจะไม่ถูกดูดซับในลำไส้เล็ก ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะและแหล่งที่มาได้ 3 ประเภทคือ แป้งที่มีลักษณะทางกายภาพ ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ (physically inaccessible starch; RS1) โดยเม็ดแป้งอาจถูกห่อหุ้มอยู่ภายในร่างแหของโปรตีนหรือถูกตรึงภายในเซลล์หุ้มเมล็ดพืช ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าไปทำ ปฏิกิริยาในเม็ดแป้งได้ ประเภทถัดมาคือ เม็ดแป้งดิบที่ทนทานต่อการทำงานของเอนไซม์ (raw starch granules; RS2) โดยความคงทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างตาม ธรรมชาติของเม็ดแป้งที่ไม่มีรูหรือช่องเปิดให้เอนไซม์เข้าไปในเม็ดแป้ง และประเภทสุดท้ายคือ แป้ง คืนตัว (retrograded starch; RS3) รีซิสแท้น สตาร์ชโดยส่วนใหญ่จะจัดเป็นประเภทแป้งคืนตัว ซึ่งได้แก่ อาหารที่ผ่านการให้ความร้อนจนแป้งเกิดการเจลาติไนซ์ (gelatinization) แล้วถูกทำให้เย็น ตัวลง ทำให้ส่วนอะไมโลส (amylose) (พอลิเมอร์เชิงเส้นของกลูโคส) ในน้ำแป้งที่หลุดออกมาใน ขณะที่เม็ดแป้งพองตัวเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ได้เป็นผลึกแป้งที่แข็งแรงและทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะสามารถผลิตแป้งทนย่อยต่อเอนไซม์ได้ในระดับสูง พืชส่วนใหญ่ ประกอบด้วยอะไมโลสประมาณร้อยละ 20-25

2.6.2.4 พอลิแซกคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง (non-starch polysaccharides; NSP) เป็นสารที่ได้รับจากพืช เช่น เพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส กัวกัม (guar gum) และไซแลน

2.6.2.5 อินนูลิน เป็นสารพอลิแซกคาไรด์ที่สามารถละลายน้ำได้และมีความคงตัวที่อุณหภูมิสูง ทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้กับพืช พบในพืชมากกว่า 36,000 ชนิด เช่น ชิโครี เห็ด หัวหอม หัวกระเทียม และกล้วย เป็นต้น โครงสร้างอินนูลินประกอบด้วยฟรุกโตสร้อยละ 80 และกลูโคสร้อยละ 20 เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเบต้า-2,1 ที่มีความยาว ตั้งแต่ 2-60 หน่วย โดยทั่วไปอินนูลินมีค่าดัชนีการสังเคราะห์พอลิเมอร์ประมาณ 10 และในโครงสร้างจะมีโอลิโกฟรุกโตส (oligofructose) อยู่เป็นโครงสร้างกลุ่มย่อย โดยพืชต่างชนิดกันจะมีปริมาณอินนูลินและโอลิโกฟรุกโตสที่แตกต่างกัน

2.6.2.6 มิวซิน (mucin) ถูกสร้างโดยกอบเล็ท เซลล์ (goblet cells) ที่อยู่ในเยื่อบุผิวลำไส้และเป็นสารตั้งต้นหลักสำหรับการหมักในลำไส้

2.6.2.7 มิวโคพอลิแซกคาไรด์ (mucopolysaccharides) ตัวอย่างเช่น คอนดรอยติน ซัลเฟต (chondroitin sulphate) และเฮพาริน (heparin) สารเหล่านี้เป็นสารที่มีไว้สำหรับจุลินทรีย์ในลำไส้

2.6.2.8 โปรตีนและเปปไทด์ (protein and peptides) สารเหล่านี้สร้างขึ้นในอาหาร สร้างโดยการหลั่งของตับอ่อนหรือสร้างโดยแบคทีเรีย แต่จะมีปริมาณน้อยกว่าพวกคาร์โบไฮเดรต

2.6.2.9 น้ำตาลและโอลิโกแซกคาไรด์ (sugar and oligosaccharides) สำหรับพรีไบโอติกในกลุ่มนี้จัดเป็นพอลิแซกคาไรด์สายสั้น (short-chain polysaccharide) ประกอบด้วยน้ำตาลตั้งแต่ 2 ถึง 20 หน่วย ตัวอย่างเช่น แรฟฟิโนส และสแตคีโอส ซึ่งจัดเป็นโอลิโกแซกคาไรด์ที่ย่อยยาก (non-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

digestible oligosaccharide; NDOs) นอกจากนี้ยังมีแลคโตส แลคตูโลส กาแลคโตโอลิโกแซกคาไรด์ โอลิโกแซกคาไรด์จากถั่วเหลือง (soybean oligosaccharide) แลคโตซูโครส ไอโซมอลโตโอลิโกแซกคาไรด์ (isomaltooligosaccharide) กลูโคโอลิโกแซกคาไรด์(glucooligosaccharides) ไซโลโอลิโกแซกคาไรด์ และพาลาทิโนส (palatinose) ที่สามารถจัดเป็นพรีไบโอติกได้ด้วย (สุพจน์, 2552)

2.6.3 พรีไบโอติกที่พบในธรรมชาติ

1. กาแลคโตโอลิโกแซคคาไรค์ (Galacto-oligosaccharidc, GOS) ที่มีกาแลคโตสเป็นองค์ประกอบซึ่งโครงสร้างเป็น Glu α 1-4[β-Gal 1-6]n โดยที่ n = 2-5 พบในน้ำนมของมนุษย์ น้ำนมวัว โยเกิร์ต และสังเคราะห์มาจากแลคโตสโดยเอนไซม์เบต้ากาแลคโตซิเดส (β-galactosidase) กาแลคโตโอลิโกแซคคาไรด์ เป็นโอลิโกแซกคาไรค์ที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ (non-digestible oligosaccharide) จึงสามารถผ่านไปถึงลำไส้ใหญ่ได้โดยที่ไม่ถูกย่อยและดูดซึม จึงถูกนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ ผลผลิตหลักที่ได้จากการหมักเป็นกรดไขมันสายสั้น (Short chain fatty acid) เช่น อะซิเตท โพรพิโอเนท บิวเทอเรท และมีก๊าซ เช่น ไฮโดรเจน มีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ กาแลโตโอลิโกแซคคาไรค์ มีผลไปกระตุ้นการเริญของจุลินทรีย์กลุ่ม *Bifidobacteria* และ *Lactobacilli* ทั้งในการศึกษาแบบ *in vitro* และ *in vivo* โดยจากการศึกษาของ Tzortziz *et al*., 2004 พบว่ากาแลคโตโอลิโกแซดคาไรด์ที่ได้จากการผลิตโดยเอนไซม์แอลฟากาแลคโตซิเดส สามารถเสริมการเจริญเติบโตของแบคที่เรียที่มีประโยชน์ในลำไส้ใหญ่ได้โดยทำการเลี้ยงแบบกะ (batch culture) ในอาหาร minimal medium ใช้ faecal เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมัก และเติมกาแลคโตโอลิโกแซกกาไรด์ที่มีความเข้มข้นสุดท้ายเป็นร้อยละ 1 ควบคุมพี่เอชอยู่ที่ 6.8 โดยเปรียบเทียบฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ เมลิโบโอส (melibiose) และราฟฟิโนส ซึ่งเป็นพรีไบโอติกทางการค้า เมื่อทำการหมักไป 48 ชั่วโมง พบว่าสามารถเพิ่มจำนวนของ *Bifidobacteria* และ *L. acidophilus* ได้สูงกว่าพรีไบโอติกทางการค้า และสามารถนำไปลดปริมาณ *clostridia* ได้สูงเท่ากับพรีไบโอติกทางการค้า

นอกจากนี้ในการศึกษาในหลอดทดลอง (*in vivo*) ทั้งในคนและสัตว์ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน โดย Ito *et al*., 1990 อ้างโดย Kolida *et at*., 2000) ซึ่งได้ให้กาแลคโตโอลิโกแซคาไรด์แก่อาสาสมัคร 12 คน ที่มีจำนวนของจุลินทรีซ์ประจำถิ่นต่ำกว่าปกติ บริโภคในปริมาณ 10 กรัมต่อวัน พบว่าปริมาณของจุลินทรีย์ประจำถิ่นเพิ่มขึ้น เมื่ออาสาสมัครได้รับปริมาณกาแลกโตโอลิโกแซกคาไรด์ นอกจากนี้กาแลคโตโอลิโกแซคคาไรค์ยังมีผลต่อการเพิ่มการดูดซับแคลเซียมในหนูที่รับอาหารที่มีกาแลกโตโอลิโกแซคคาไรค์ และยังพบว่าหนูที่ได้รับกาแลคโตโอลิโกแซคคาไรค์มีการดูดซับแคลเซียมได้มากกว่าหนูที่ไม่ได้รับกาแลคโตโอลิโกแซคคาไรค์ (Chonan *et al*., 1995) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Yanahira (1997) ที่พบว่าหนูที่ได้รับกาแลกโตโอลิโกแซกคาไรด์ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นเวลา 14 วันมีการดูดซึมแคลเซียมและแมนีเซียมได้เพิ่มสูงขึ้นกว่าหนูที่ไม่ได้รับกาแลคโตโอลิโกแซคคาไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โอลิโกแซคคาไรค์จากถั่วเหลือง (soybean oligosaccharide, SOS) ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มราฟฟิโนส และสตาคีโอส (starchyose) (Gibson, 2004) เป็นกลุ่มโอลิโกแซคคาไรค์ที่สามารถทนต่อการย่อยด้วยกรดในกระเพาะอาหาร และเอนไซม์ในลำไส้เล็ก และเหลือไปถึงลำไส้ใหญ่ จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่นำไปใช้โดยเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่ม *Bifidobactecria* มีการเพิ่มขึ้น ส่วนการศึกษาอาสาสมัครเพศชาย 6 คน ที่ได้รับโอลิโกแซคคาไรค์จากถั่วเหลืองเป็นเวลา 3 สัปดาห์พบว่าสามารถเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์กลุ่ม *Bifidobacteria* ได้อย่างจำเพาะ (Wada *et al*., 1992) และเมื่อศึกษาผลของราฟฟิโนส โดยมีการให้ราฟฟิโนสในปริมาณ 15 กรัมต่อวัน พบว่าปริมาณของจุลินทรีย์กลุ่ม *Bifidobacteria* เพิ่มขึ้นถึง 6 เท่า อีกทั้งสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacteroides* spp. ได้ 0.6 เท่า และจุลินทรีย์กลุ่ม *Clostridium* spp. ได้ 1.6 เท่า (Kawaze *et al*., 1981) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Saito *et al*., 1992 พบว่า SOS สามารถเพิ่มแบคทีเรียกลุ่ม *Bifidobacteria* ได้ถึง 3 เท่า

3. โอลิโกแซกคาไรค์และคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ใยอาหารเป็นส่วนหนึ่งของพืชที่เอนไซม์ในร่างกายไม่สามารถย่อยได้ ใยอาหารไม่มีสารอาหารและไม่ให้พลังงาน แต่มีบทบาทสำคัญต่อภาวะโภชนาการและสุขภาพของมนุษย์ ใยอาหารเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้ง เป็นส่วนประกอบของพืชผักและผลไม้ที่รับประทานได้ แต่ไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในระบบย่อยอาหาร เมื่อผ่านลำไส้ใหญ่จะมีบางส่วนถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ สามารถพบได้ในพืชจำพวกรำข้าวโอ๊ต ถั่วเมล็ดแห้ง ข้าวบาร์เลย์ และแอปเปิ้ล ผักใบเขียวและผลไม้เกือบทุกชนิด จัดเป็นแหล่งอาหารที่ดี โดยเฉพาะพวกใยอาหารกลุ่มเซลลูโลส เพคติน และเซมิเซลลูโลส ซึ่งพบว่าจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่สามารถที่จะหมักใยอาหารกลุ่มนี้ได้ มีผลให้มวลชีวภาพของแบคที่เรีย (bacteria biomass) เพิ่มขึ้น สารประกอบกลุ่มนี้ส่งผลให้มีการเพิ่มจำนวนแบคที่เรียที่เกิดการหมักแบบแซคคาโรลิอิค (saccharolyic) และช่วยเพิ่มความนิ่มให้กับอุจจาระ (Gibson, 2004) พบว่าจากการศึกษาการหมักสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจากพืชหัว 3 ชนิด คือมันฝรั่ง ถั่ว และเผือกด้วยแบคทีเรียในลำไส้ของมนุษย์ (human faccal bacteria) ซึ่งก่อนที่จะทำการหมักนั้นนำสารที่สกัดมาทำการย่อยเบื้องต้นก่อนโดนย่อยด้วยกรด และย่อยด้วยเอนไซม์ผสมระหว่างแอลฟส-อะไมเลสจากตับอ่อน (porcine α-amylase) อะไมโลกลูโคซิเดส (amyloglucosidase) และอินเวอร์เทส (invertase) จากนั้นนำสารสกัดที่ไม่ถูกย่อยในขั้นต้นไปศึกษาการหมักพบว่ามีการผลิตกรดไขมันสายสั้น 10 มิลลิโมลต่อกรัม (Laurentin and Edwards, 2004) และในการศึกษาการหมักโอลิโกแซคคาไรค์จากอะราบิโนโอลิแซคคาร์ไรด์ (arabinanoligosaccharides) และอะราบิแนนจากชูการ์บีท (sugar beet arabinan) โดยจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารพบว่าสามารถเพิ่มการเจริญของ *Bifidobacteria* ได้และส่งผลให้ปริมาณของแบคที่เรีย Clostridia ลดลง (Altamimi *et al*., 2006) นอกจากนี้ยังมีสารอาหารที่เป็นพวก resistant starch (RS), Non-starch polysaccharide (NSP) รามไปถึงสารที่ได้จากพืช เช่น เพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส กัม และ ไซแลน ไคโตแซน ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ แบคที่เรียโปรไบโอติกสามารถใช้เป็นสารตั้งต้นในการหมักได้เช่นกัน โดยจากการศึกษาพบว่าไคโตโอลิโกแซคคาไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยกระตุ้นการเจริญของ *Bifidobacterium bifidium* KCTC 3440, *Bifidobacterium infantis* KCTC 3249 และ *Lactobacillus* sp. ได้ (Lee *et al*., 2012)

4. เพคติกโอลิโกแซคคาไรค์ (Pectic-oligosaccharide, POS) ไอลิไกแซกคาไรด์จากผนังเซลล์พืช หรือเพคติกโอลิโกแซกคาไรค์ได้มาจากสารกลุ่มเพคติน ซึ่งเป็นพอลิแซคคาไรค์เชิงซ้อนในพืช พบในพืชชั้นสูงโดยปรากฏในชั้นระหว่างเซลล์หรือจุดเชื่อมต่อระหว่างผนังเซลล์ ทำให้เกิดช่องสำหรับอาหารและน้ำผ่านในผนังเซลล์ สารกลุ่มเพคตินเป็นสารเคลือบเส้นใยเซลลูโลสที่สำคัญและอาจจะเชื่อมต่อกับพันธะโควาเลนต์กับโพลิเมอร์อื่นๆ สารกลุ่มเพคตินจัดจำแนกได้เป็นโปรโดเพคติน (เพคตินที่มีหมู่ methoxyl สูง เพคตินจัดตัวเร็วและเพคตินจัดตัวช้าเพคตินจะมีหมู่ methoxyl ต่ำ) และกรดเพคติก เพคตินมีอิทธิพลต่อการเจริญพัฒนาการและการแก่ชรา และมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเยื่อพืชและผลไม้ มีการใช้เพคตินอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหารด้วยคุณสมบัติในการก่อรูปเป็นเจล โดยใช้เป็นสารก่อเจลและความคงตัวในแยม เยลลี่ และผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว แหล่งที่พบเพคตินที่ดี คือ ผิวของผลพืชตระกูลส้ม กากผลแอปเปิ้ล และหัวของชูการ์บีท เป็นต้น

5. ฟรุคโตโอลิโกแซคาไรค์ (Fructooligosaccharides, FOS) และอินนูลิน (Inulin) เป็นสารพอลิแซคคาไรด์ ที่พืชเก็บไว้เป็นอาหารซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดเล็กอยู่ในกลุ่ม ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีฟรุกโตส 360 โมเลกุลต่อกันด้วยพันธะ α, 1-2 และβ, 2-1 โดยโครงสร้างจะประกอบด้วย Glu α 1-2[β, Fru (2-1)]n n=10 และFru β, 2-1Frun

อินนูลินไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก แต่บางส่วนจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ อินนูลินและฟรุคไตโอลิไกแซคคาไรด์ สามารถละลายน้ำได้ดีโดยเฉพาะในน้ำร้อน (Dorna Davani-Davari *et al*., 2019) อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส (Kim and Wang, 2002) แต่ละลายได้เพียงเล็กน้อยในน้ำเย็น และแอลกอฮอล์ (Paul, 1997) และมีความคงตัวสูง ไม่มีผลข้างเคียงต่อระบบประสาทสัมผัส รสชาติหวานเล็กน้อย จึงมีการนำไปใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหารในลักษณะต่าง ๆ เช่น นำไปปรับปรุงในรสชาติและเนื้อสัมผัส นอกจากอินนูลินจัดเป็นเส้นใยอาหารแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกด้วย เนื่องจากสามารถเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติกได้อย่างจำเพาะ โดยพบว่าอาสาสมัครที่ได้รับ อินนูลิน 15 กรัมต่อวัน ติดต่อกันเป็นเวลา 15 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ Bjfidobacteria และ Lactobacili เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และจุลินทรีย์ที่ก่อโรคลดลง (Paul, 1997) และจากการให้อาสาสมัคร 100 คนรับประทานอินนูลิน และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรค์ในปริมาณ 5-20 กรัมต่อวันเป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ Bifidobacterium เพิ่มขึ้น และยังช่วยเพิ่มการดูดซึมแคลเซียม (Van den Heuvel *et al*., 1999: Reddy *et al*., 1998; Gibson *et al*., 1995) และจากการศึกษาในหลอดทดลอง (*in vitro*) พบว่าสารสกัดฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรค์จากบัวหิมะสามารถสริมการเจริญของสิ่งมีชีวิต *L. acidohphiles* NRRL-1910, *L. plantarun* NRRLB-4496 และ *B. bifidum* ATCC 15696 ได้ และสามารถเสริมการเจริญของ *B. bifidum* ATCC 15696 ได้ดีที่สุด (Pedreschi *et al*., 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 สมบัติพรีไบโอติกของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์

2.6.4..1 การต้านทานการย่อยของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์จัดเป็นสารพรีไบโอติกเพราะเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์ที่อยู่ภายในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กเนื่องจากมีโครงสร้างแบบเบต้า (β) ที่ตำแหน่งอะโนเมอริกคาร์บอน (anomeric carbon) ตำแหน่งที่ 2 ของฟรุกโตส ทำให้ฟรุกแตนดังกล่าวนี้ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารชนิดต่างๆ เช่น แอลฟา-กลูโคซิเดส (α-glucosidase) มอลเทส (maltase) ไอโซมอลเทส (isomaltase) ซูเครส (sucrase) เป็นต้น (Singh *et al*., 2010) โดยได้มีการศึกษาการต้านทานการย่อยของฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์จากสารสกัดแก่นตะวันด้วยการบ่มกับเอนไซม์จากตับอ่อนจากหนูหรือน้ำย่อยของคนในสภาวะหลอดทดลองพบว่า ฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์ดังกล่าวไม่ได้ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ทั้งสองชนิด (Nilson *et al*., 1988) และจากการศึกษาเพิ่มเติมโดยทำการทดลองในหนูพบว่า ฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์จากต่อมน้ำลาย (salivary) และอะไมเลสจากตับอ่อน (Zduñczyk, 2004) นอกจากนั้นได้มีการจำลองรูปแบบ (model) สภาวะส่วนต่างๆ ของลำไส้เล็กขึ้นมาเพื่อนำมาใช้ศึกษาถึงลักษณะการทำงานของเอนไซม์ต่อการย่อยฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์ในคน (Coudray *et al*., 1997) ซึ่งพบว่า มีปริมาณฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์ในบริเวณ ดังกล่าวสูงถึงร้อยละ 86-88 ทำให้สามารถยืนยันได้ว่า ฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์เป็นโอลิโกแซกคาไรด์ที่ไม่ถูกย่อยที่ลำไส้เล็กของคน ซึ่งปริมาณฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์ที่หายไปเล็กน้อยนั้นอาจเกิดจากการนำไปใช้ในการหมักโดยจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum) ทำให้ฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์สามารถที่จะทนการย่อยไปจนถึงลำไส้ใหญ่ได้ ดังนั้นจากงานวิจัยดังกล่าวจึง สามารถสรุปได้ว่าคาร์โบไฮเดรตจำพวกสารประเภทฟรุกโตโอลิโกแซกคาไรด์ว่าเป็นโอลิโกแซกคาไรด์ที่ย่อยยาก

2.6.5 ประโยชน์ของพรีไบโอติก

2.6.5.1 กรดแลคติกที่จุลินทรีย์สร้างจะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคและสร้างสารพิษ เช่น *Clostridium perfringens* และ *Salmonella* sp. ช่วยป้องกันและลดอาการของโรคติดเชื้อ (infection) ในทางเดินอาหาร

2.6.5.2 ช่วยลดระดับของคอเลสเตอรอล (cholesterol) ฟอสฟอลิพิด (phospholipid) และไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ในเลือด โดย *L. acidophilus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้จะช่วยย่อยสลายคอเลสเตอรอลและยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลผ่านผนังลำไส้

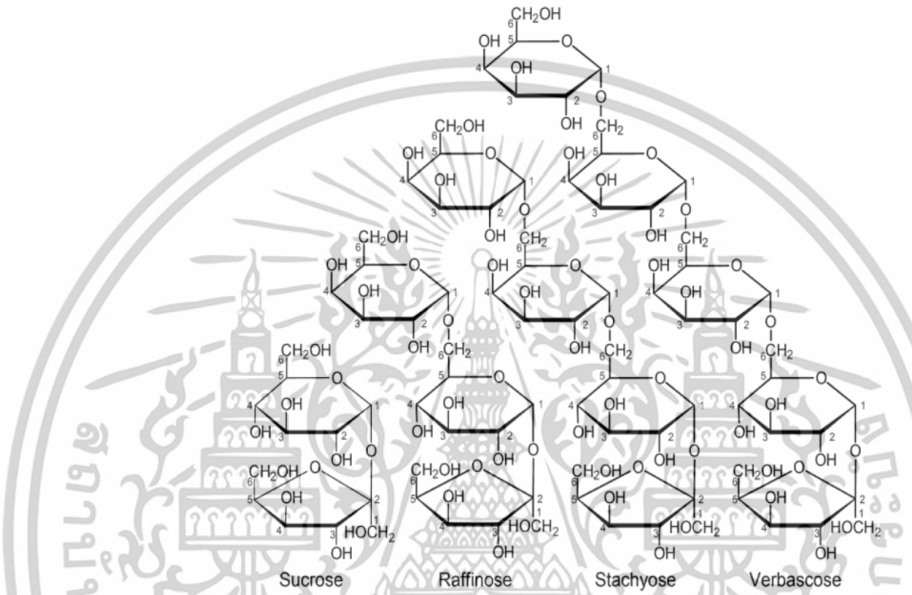
2.6.5.3 ช่วยการดูดซึมอาหารในลำไส้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดอาการท้องผูกได้เนื่องจากกรดอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ Bifidobacterium ผลิตขึ้นจะกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้และช่วยเพิ่มความชื้นของอุจจาระ ทำให้สามารถขับถ่ายได้ดีขึ้น

2.6.5.4 สามารถผลิตวิตามินบี1 บี2 บี6 บี12 กรดนิโคตินิก (nicotinic acid) และ กรดโฟลิค (folic acid) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการรักษาภาวะภูมิแพ้ เสริมสร้างการพัฒนาระบบภูมิคุ้มกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟฟิโนส (Raffirose Family oligosaccharides; RFOs)

โอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟฟิโนสในพืชตระกูลถั่วและคุณสมบัติพรีไบโอติก เป็นโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีโครงสร้างประกอบขึ้นมาจากโมเลกุลน้ำตาลกาแลคโตสต่ออยู่กับน้ำตาลซูโครส โดยเกิดพันธะ α(1→6) กับน้ำตาลกลูโคสของซูโครส อาจกล่าวได้ว่าโอลิโกแซคคาไรด์เหล่านี้เป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลซูโครส โครงสร้างทางเคมีของโอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟฟีโนสบางชนิด แสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 โครงสร้างทางเคมีของโอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มราฟฟีโนสบางชนิด
ที่มา : Kadlec *et al*., (2000)

และจำนวนหน่วยของกาแลคโตสที่เข้าต่อกับซูโครสนั้น อาจมีตั้งแต่ 1 ไปจนถึง 9 โมเลกุล (Kadlec *et al*., 2001) เรียกโอลิโกแซคคาไรด์กลุ่มนี้ว่า galacto-oligosaccharide (GOS) ได้เช่นกัน (Karr-Lilienthal *et al*., 2005) ชื่อในระบบ IUPAC ของ RFOs แต่ละชนิดมีดังต่อไปนี้

Raffinose: α-D-galactopyranosyl-(1→6)-α-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-fructofuranoside

Stachyose: α-D-galactopyranosyl-(1→6)-α-D-galactopyranosyl-(1→6)-α-D-glucopyranosy1-(1→2)- β-D-fructofuranoside

Verbascose: α-D-galactopyranosyl-(1→6)-[α-D-galactopyranosyl-(1→6)$_2$-α-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-fructofuranoside

Ajugose: α-D-galactopyranosyl-(1→6)-[α-D-galactopyranosyl-(1→6)-]$_3$-α-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-fructofuranoside

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติพรีไบโอติกของน้ำตาลกลุ่มราฟฟีโนสนั้นเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง (Xiaoli *et al*., 2008; Espinosa-Martos and Ruperez, 2006) (Rycroft *et al*., 2001) รายงานโดยอ้างอิงจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ว่าน้ำตาลราฟฟิโนส และสตาชิโอสจากถั่วเหลืองสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของ *Bifdobacterium infanis* ได้แต่ไม่กระตุ้นการเจริญของ *E. coli, Streprococcus faecalis* และ *L. acidophilus* นอกจากนี้น้ำตาลทั้งสองที่สกัดได้มาจากถั่วเหลืองนั้นเมื่อทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ activated charcoal chromatography แล้วจะได้สตาชิโอสร้อยละ 71 ราฟฟิโนสร้อยละ 20 และน้ำตาลอื่นๆ อีกร้อยละ 2 เมื่อนำไปทดสอบก็พบว่าทำให้การเจริญของ Bifidobacleria เจริญได้สูงขึ้นมาก เมื่อเทียบกับการทดสอบในเชื้อชนิดอื่นๆ

2.8 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรส

2.8.1 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสตามธรรมชาติ

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสตามธรรมชาติ (natural flavoring) หมายถึง วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ได้จากพืช หรือสัตว์ที่ปกติมนุษย์ใช้บริโภคโดยผ่านวิธีทางกายภาพ เช่น บด (grinding) ทำให้แห้ง (dehydration) แล้วนำมาใช้เป็นส่วนผสมเติมลงในอาหารโดยตรง เช่น ชา กาแฟ โกโก้ เครื่องเทศ (spice) ได้แก่ พริกไทย ขมิ้น ข่า อบเชย กานพลู ตะไคร้ เป็นต้น

2.8.2 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสเลียนแบบธรรมชาติ

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสเลียนแบบธรรมชาติ หมายถึง วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ได้จากการแยกวัตถุที่ให้กลิ่นรสโดยวิธีทางเคมี หรือได้จากวัตถุที่สังเคราะห์ขึ้น โดยวัตถุที่แยกหรือสังเคราะห์ขึ้นนั้นจะต้องมีคุณลักษณะทางเคมีเหมือนวัตถุที่พบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ที่ปกติมนุษย์ใช้บริโภค และให้ความหมายรวมถึงวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสเลียนแบบธรรมชาติที่มีวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสธรรมชาติผสมอยู่ด้วย เช่น น้ำมันหอมระเหย (essential oil) โอลิโอเรซิน (oleoresin) และสารสกัด (extract)

2.8.3 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นและรสที่สังเคราะห์ขึ้น

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นสังเคราะห์ หมายถึง วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ได้จากวัตถุที่ยังไม่เคยพบในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ที่ปกติมนุษย์ใช้บริโภค และให้ความหมายรวมถึงวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ที่มีวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสธรรมชาติ หรือวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสเลียนแบบธรรมชาติผสมอยู่ด้วย เช่น วานิลลิน (vanillin) เป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสสังเคราะห์ที่มีกลิ่น คล้ายกลิ่นวานิลลาที่ได้จากการสกัดธรรมชาติ

2.9 สารแต่งสี

สารแต่งสีอาหาแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สารแต่งสีที่ได้จากธรรมชาติ เช่น พืชหรือสัตว์ เรียกว่า สีธรรมชาติ และสารแต่งสีที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี เรียกว่า สีสังเคราะห์สำหรับผสมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) สีธรรมชาติที่ใช้แต่งสีอาหารได้จากการสกัดเอารงควัตถุ ที่อยู่ในพืชหรือสัตว์ออกมา โดยพืชส่วนใหญ่มักให้สีเขียวเพราะมีรงควัตถุอย่างคลอโรฟิลล์นั่นเอง ชาวญี่ปุ่นมักใช้สีเขียวจากใบชาบดหรือมัทฉะ ซึ่งให้รสขมและรสอูมามิด้วย ส่วนคนไทยชอบใช้สีเขียวจากใบเตย ซึ่งนอกจากให้สีเขียวแล้วยังให้กลิ่นที่หอมมากอีกด้วย โดยวิธีสกัดนั้นทำได้โดยการนำวัตถุดิบนั้น ๆ มาบดเป็นผงสีละเอียดหรืออาจย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วทำการละลายเอาสีออกมาด้วยของเหลวอย่างน้ำ น้ำมัน หรือแอลกอฮอล์ บางครั้งการใช้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงก็จะช่วยให้สีละลายออกมาได้ดีขึ้น

2) สีผสมอาหาร มีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อเพิ่มความดึงดูดใจ แต่งแต้มสีสัน ทำให้อาหารน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น การใช้สีผสมอาหารช่วยให้การผลิตอาหารหรือผลิตภัณฑ์อาหารเป็นที่พอใจของผู้บริโภค เกี่ยวกับคุณค่าของอาหาร และเป็นการหาจุดเด่นของผลิตภัณฑ์อาหารในทุกๆ สถานการณ์ความสำคัญของการใช้สีผสมอาหาร คือ ช่วยในการแก้ไขปัญหาอันเกิดจากการแปรเปลี่ยนสีตามธรรมชาติ หรือการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารในขณะแปรรูปและเก็บรักษา เป็นการเน้นหรือรักษาเอกลักษณ์ของกลิ่นรส ซึ่งโดยปกติเกี่ยวข้องกับสีของอาหารหรือสีผสมอาหาร เป็นการแก้ไขปัญหาอันเกิดจากผลกระทบของการแปรรูปอาหาร การบรรจุหีบห่อ การจัดจำหน่าย เพื่อประกันคุณภาพอาหารและช่วยในการถนอมเอกลักษณ์หรือรูปลักษณ์ที่ทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง

2.10 สารควบคุมความเป็นกรดด่าง

acidity regulator วัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ที่ใช้สำหรับปรับค่า pH ในอาหารให้มีความเป็นกรด (acidity) หรือความเป็นด่าง (alkalinity) หรือเรียกว่า pH adjusting agent ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น การเติมลงไปในอาหาร เพื่อให้อาหารมีค่าพีเอชเป็นกรด จะช่วยลดอุณหภูมิและระยะเวลาในการฆ่าเชื้ออาหาร การใช้กรดเพื่อช่วยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผงฟู ทำให้ขนมอบมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการเพื่อแต่งสี และให้กลิ่นรสอาหารตามความต้องการของผู้บริโภค โดยที่นิยมใช้ในเยลลี่จะเป็นสารควบคุมความเป็นกรด (NS 330) โดยสารควบคุมปรับให้เป็นกรด (acid, acidity regulator, acidifier) เช่น อะซิติกแอซิด (acetic acid) ซิตริกแอซิด (citric acid) มาลิคแอซิด (malic acid) และทาร์ทาริกแอซิด (tartaric acid) ปรับให้เป็นด่าง (alkaline, base) เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนตและบัฟเฟอร์ (buffer, buffer adjusting agent, buffering agent)

2.11 สารเคลือบผิว

สารเคลือบผิว (glazing agent) เป็นสารที่ซึ่งเมื่อใช้กับผิวภายนอกของอาหารแล้วจะมีลักษณะปรากฏที่เป็นผิวมันหรือช่วยเคลือบผิวเพื่อป้องกันผิวอาหาร เช่น เกลสซิ่ง เอเจนต์ (glazing agent), ซีลลิ่ง เอเจนต์ (sealing agent) โคทติ้ง เอเจนต์ (coating agent) เซอร์เฟส-ฟิชนิชชิ่ง เอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจนต์ (surface-finishing agent) โพลิชชิ่ง เอเจนต์ (polishing agent) ฟิล์มฟอร์มมิ่ง เอเจนต์ (filmforming agent) และที่นิยมใช้ในเยลลี่ คือสารเคลือบผิว (INS 903, INS 091)

2.12 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล (2560) ได้ทำการผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเจลสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อให้สอดคล้องกับที่ประเทศไทยมีผู้สูงอายุจำนวนมากขึ้น ความต้องการอาหารที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุจึงมีความต้องการสูงขึ้น โดยการนำวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีคุณประโยชน์ทางด้านโภชนาการและจัดหาได้ภายในประเทศมาใช้ โดยทำการผลิตอาหารประเภทเจลให้อยู่ในรูปแบบของเยลลี่ และเลือกใช้วัตถุดิบอย่างข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นวัตถุดิบหลัก เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่มีคุณประโยชน์มาก โดยเฉพาะเป็นแหล่งของแกมมาโอไรซานอล เช่น เบต้า-แคโรทีน (β-carotene) วิตามินอี สังกะสี และโฟเลต มีดัชนีน้ำตาลระดับต่ำถึงปานกลาง นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง ซึ่งเหมาะสมกับสารอาหารที่ผู้สูงอายุและในการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติ ได้ใช้เนื้อผลไม้และน้ำผลไม้ร่วมด้วย โดยเลือกใช้เนื้อมะพร้าวอ่อนและสับปะรด เพราะมีกลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ รวมทั้งมีคุณประโยชน์ด้านคุณค่าทางโภชนาการ ที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (prebiotic) โดยผลของการเติมพิวเร่เนื้อมะพร้าวอ่อน และน้ำสับปะรดในเยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าเยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีการเติมพิวเร่เนื้อมะพร้าวอ่อนและน้ำสับปะรดในปริมาณที่เท่ากัน คือ ร้อยละ 11.5 เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมมากที่สุด จากการศึกษาผลของปริมาณของแคปปา-คาราจีแนนและเจลาตินต่อคุณภาพของเยลลี่ พบว่า เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ที่มีการใช้แคปปา-คาราจีแนนร้อยละ 1.5 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เพียงอย่างเดียวเป็นส่วนผสมที่เหมาะสมมากที่สุด มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี มีความแข็งไม่น้อยหรือมากจนเกินไป โดยมีค่า Hardness ค่า Adhesiveness และค่า Cohesiveness เท่ากับ 2264.76 กรัม, 181.58 กรัมต่อวินาที และ 0.71 ตามลำดับ เยลลี่ที่ได้สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น มีความปลอดภัยสำหรับการบริโภคตลอดการเก็บรักษา 4 สัปดาห์

ธนัฐฐา กาญจนวาหะ (2559) ในปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่หันมาสนใจในการดูแลตัวเองมากขึ้น ทั้งการควบคุมน้ำหนักหรือดูแลผิวพรรณให้ดูดีอยู่เสมอ และหาตัวช่วยในการดูแลตัวเอง สมุนไพรจึงมีบทบาทในตลาดอุตสาหกรรมมากขึ้น และสมุนไพรพื้นบ้านก็หาได้ง่ายและมีราคาไม่สูงมาก โดยเยลลี่ตามท้องตลาดมีเพียงส่วนผสมของน้ำตาลกับเจลาตินและสารปรุงแต่งสีสังเคราะห์และกลิ่นเท่านั้น การรับประทานในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดโรคอ้วนและโรคเบาหวานได้ นอกจากนี้ยังอาจไม่ได้รับคุณค่าทางโภชนาการเท่าที่ควรหากทานจนอิ่มท้องก็จะทำให้ขาดสารอาหาร หากทำการเติมผลไม้สดและน้ำสมุนไพรลงไปในเยลลี่แทนสารปรุงแต่ง จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการรับประทานเยลลี่ได้มากขึ้น โดยได้ทำการผลิตเยลลี่สมุนไพรสอดไส้ผลไม้ทั้งหมด 5 รสชาติ ได้แก่ เยลลี่เก๊กฮวยสอดไส้เงาะ เยลลี่อัญชันสอดไส้ลิ้นจี่ เยลลี่ขิงสอดไส้ลูกตาล เยล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลี่หล่อฮังก้วยสอดไส้ลำไย และเยลลี่ตะไคร้สอดไส้ลิ้นจี่ โดยผลการประเมินเยลลี่จากทั้งหมด 5 รสชาติ โดยผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้การยอมรับในด้านกลิ่นหอมของสมุนไพรและรสชาติที่ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด และในส่วนของความพึงพอใจของผู้ทดลองชิมเยลลี่สมุนไพร พบว่าในด้านรูปร่างและขนาด มีความสะดวกต่อการบริโภคเยลลี่เก๊กฮวยและเยลลี่หล่อฮังก้วย อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48.00 และ 46.00 ตามลำดับ ด้านปริมาณสีในเยลลี่ พบว่าเยลลี่เก๊กฮวย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.00 ในด้านกลิ่นหอมของสมุนไพรในเยลลี่ พบว่าเยลลี่หล่อฮังก้วยและเยลลี่เก๊กฮวย มีความพึงพอใจในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 44.00 และ 42.00 ตามลำดับ ด้านรสชาติของเยลลี่ พบว่าเยลลี่เก๊กฮวย เยลลี่อัญชันและเยลลี่หล่อฮังก้วย มีความพึงพอใจในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 38.00 ทั้งหมด ด้านความพึงพอใจโดยรวม พบว่า เยลลี่เก๊กฮวย มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.00

ญาดา เอกสุวรรณ และคณะ (2555) ศึกษาผลของคาราจีแนนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่ลองกอง โดยแปรปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 จากผลการทดลองพบว่าเยลลี่ลองกองที่มีปริมาณคาราจีแนนเท่ากับร้อยละ 0.7 มีปริมาณเถ้าและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และค่าความสว่างสูงกว่าเยลลี่ลองกองที่มีปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 0.3, 0.4, 0.5 และ 0.6 เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการให้คะแนนตามลักษณะพบว่าเยลลี่ลองกองที่มีปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 0.7 มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูง แต่ไม่แตกต่างจากเยลลี่ลองกองที่มีปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 0.5 และ 0.6 ในขณะที่ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้และค่า pH ในเยลลี่ลองกองที่มีปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเยลลี่ลองกองที่มีปริมาณคาราจีแนนร้อยละ 0.3 และ 0.4 มีคะแนนความชอบโดยรวมน้อยที่สุด เนื่องจากมีรสชาติลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่คงตัว

ศศิธร สิทธิเนตร และสุนิสา เครือจุ้ย. (2545). การศึกษาการผลิตภัณฑ์เยลลี่ใบเตยเสริมว่านหางจระเข้ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างสูตรที่ใช้เจลาตินธรรมดา และสูตรที่ใช้ผงเจลาตินสำเร็จรูป (JK) โดยสูตรที่ใช้ผงเจลาตินธรรมดาใช้ในปริมาณร้อยละ 1.19, 1.48 และ 1.77 ส่วนสูตรที่ใช้ผงเจลาตินสำเร็จรูป (JK) ใช้ปริมาณร้อยละ 1.49, 1.78 และ 2.07 หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่ใช้ผงเจลาตินธรรมดาและผงเจลาตินสำเร็จรูป (JK) ในปริมาณที่ร้อยละ 1.77 และ 1.78 ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความยืดหยุ่น และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนดังนี้ คือ 3.23, 3.30, 3.16, 3.34 และ3.48 ส่วนสูตรที่ใช้ผงจลาตินสำเร็จรูป (JK) มีคะแนนดังนี้ คือ 3.58, 3.65, 3.76, 3.63, 3.78 และ 3.64 ตามลำดับ และเมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิของตู้เย็น พบว่าการเก็บรักษาเยลลี่ใบเตยเสริมว่านหางจระเข้ที่ใช้ผงเจลาตินทั้ง 2 ชนิด มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 3 วัน ทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่ามีความเป็นกรด-ด่าง (pH) = 4.5-4.9 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) = 25-28 บริกซ์ (B) ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Aw) = 0.5-0.6 ปริมาณกรดร้อยละ 0.2 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 5-12 ส่วนการเก็บรักษาที่ตู้เย็น มีอายุการเก็บรักษา 21 วัน และทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี พบว่ามีความเป็นกรด-ด่าง (pH) = 4.1-4.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) = 25-27 บริกส์ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Aw) = 0.6-0.8 ปริมาณกรดร้อยละ 0.2 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 10-12 และทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของเยลลี่ทั้ง 2 สูตร ไม่พบยีสต์ ราและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจากการเก็บรักษาทั้งอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิเย็น

เกวลี ปารมีกาศ และคณะ (2559) ศึกษาผลของปริมาณ เจลาติน คาราจีแนน คอลลาเจน ที่มีต่อสมบัติการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์เยลลี่ฟักข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบส่วนผสม (mixture design) ร่วมกับการหาพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response Surface Methodology, RSM) ทำซ้ำที่จุดกึ่งกลาง 3 ซ้ำและทำซ้ำทั้งหมด 2 ซ้ำ ในการแปรสัดส่วน (total 10%) ของ เจลลาติน:คอลลาเจน:คาราจีแนน ได้เป็น 10:0:0, 7:3:0, 7:0:3, 8:1:1, 9:5:5, 7.5:2:0.5, 7.5:0.5:2, 8:1:1, 8:1:1 ซึ่งจะแปรส่วนผสมอื่นๆ ให้คงที่คือ น้ำตาล กรดซิตริก ผงฟักข้าว และน้ำปริมาณร้อยละ 10.46, 0.17, 0.87 และ 78.50 ตามลำดับ แล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพของฟักข้าว ผลจากการแปรผันปริมาณเจลาติน คอลลาเจน คาราจีแนน พบว่าการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของคอลลาเจน จะส่งผลให้ ค่า hardness และ gumminess มีค่าลดลง เช่นเดียวกันกับ คาราจีแนน คือ เมื่อเพิ่มปริมาณคาราจีแนน จะส่งผลให้ ค่า cohesiveness มีค่าลดลง สูตรที่มีลักษณะทางเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า จะใช้สัดส่วน เจลาติน : คอลลาเจน : คาราจีแนน ในอัตราส่วน 0.73:0.02:0.25 และหากยึดค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีค่ามากที่สุด จะใช้สัดส่วน เจลาติน:คอลลาเจน:คาราจีแนน ในอัตราส่วน 0.78:0.07: 0.15 โดยมีค่าที่เป็นไปตามความต้องการอยู่ที่ร้อยละ 98.23

Chen *et al.* (2013) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากฟรุตติ้งบอดี้จากถั่งเช่าสีทองด้วยน้ำร้อนและตกตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 50 จะได้สารต้านอนุมูลอิสระจากฟรุตติ้งบอดี้ถั่งเช่าสีทอง (W-CBP50) จากนั้นทำการบริสุทธิ์โดย Sephadex G-100 chromatography (W-CBP50 I) และทำให้บริสุทธิ์โดย Sephadex G-200 chromatography (W-CBP50 II) จากผลการทดลองพบว่า W-CBP50, W-CBP50 I และ W-CBP50 II ซึ่งทดลองด้วยวิธี DPPH ได้ค่า IC_{50} คือ 0.042, 0.019 และ 0.135 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

ยุวดี ขุนภักดี และคณะ (2555) ได้ทำการวิจัยศึกษาวิธีการนำผลของต้นจากไปผลิตเป็นเยลลี่คาราจีแนนผสมเนื้อลูกจาก ทำการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของคาราจีแนนซึ่งทำให้เกิดเจล โดยมีการแปรผันอัตราส่วนของคาราจีแนนทั้ง 5 ระดับ คือ สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 เท่ากับร้อยละ 1.8, 2.0, 2.3, 2.5% และ 2.7 ตามลำดับ พบว่า สูตรมาตรฐานในการผลิตเยลลี่คาราจีแนนผสมลูกจากที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุด คือสูตรที่ 1 ซึ่งมีการใช้คาราจีแนนเพื่อทำให้เกิดเจลปริมาณร้อยละ 1.8% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในส่วนผสมต่างๆ

จันทนี ธีรเวชเจริญชัย และคณะ. (2557) ได้ทำการศึกษาผลของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพของเยลลี่แครอทแผ่น โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 3x3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ โดยทำการศึกษาปริมาณของเจลาติน 3 ระดับคือ 0, 4 และ8 กรัมต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัมและปริมาณของกลูโคสไซรัป 3 ระดับคือ 0, 8 และ16 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่า เจลาตินทำให้ค่าแรงดึงของตัวอย่างเพิ่มขึ้น ในขณะที่กลูโคสไซรัปทำให้ค่าแรงดึงของตัวอย่างลดลง และพบว่าปริมาณที่เหมาะสมของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม สำหรับผลิตเยลลี่แครอทแผ่น อยู่ในช่วง 3.0-5.8 กรัม และ 6.0-14.0 กรัม ตามลำดับ

ธีรวรรณ สุวรรณ์ และคณะ (2560) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่รางจืด โดยศึกษาปริมาณเจลาติน กลูโคสไซรัป น้ำตาลทราย และศึกษาอัตราส่วนของน้ำต่อใบรางจืดเพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบ constrained mixture design มีปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา 3 ปัจจัย ดังนี้ ปริมาณเจลาตินร้อยละ 10–15 ปริมาณกลูโคสไซรัปร้อยละ 40–65 และปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 40–60 และกำหนดให้ ปริมาณกรดซิตริกเป็นร้อยละ 1.75 และปริมาณน้ำรางจืด (อัตราส่วนน้ำ 90 : ใบรางจืด 10) ร้อยละ 25.75 พบว่าสูตรที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่รางจืด คือ กลูโคสไซรัปร้อยละ 32.63 น้ำตาลทรายร้อยละ 32.63 น้ำรางจืด (อัตราส่วนของน้ำต่อใบรางจืด 90:10) ร้อยละ 25.75 เจลาตินร้อยละ 7.25 และกรดซิตริกร้อยละ 1.75 จากการยอมรับของผู้บริโภคที่ชอบมากที่สุดและมีคุณลักษณะตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

ปิติพร ฤทธิเรืองเดช และปิยฉัตร โชคเฉลิมวงศ์ (2551) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากแก้วมังกรสีแดง โดยทำการศึกษาผลของปริมาณน้ำแก้วมังกร ปริมาณเจลาติน และอัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ โดยวางแผนการทดลองแบบ Box-Behnken Design ทำการศึกษา 3 ปัจจัย ปัจจัยละ 3 ระดับ คือ ปริมาณน้ำแก้วมังกรร้อยละ 5, 7.5 และ10 ปริมาณเจลาตินร้อยละ 7, 9 และ11 และอัตราส่วนซูโครส/กลูโคสไซรัป 3 : 1/1, 1.5/1 และ 2/1 โดยสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ประกอบด้วย น้ำแก้วมังกรร้อยละ 7, เจลาติน 7, น้ำตาลซูโครส 36, กลูโคสไซรัป 24, สารละลายกรดซิตริก (ความเข้มข้นร้อยละ 30) ร้อยละ 3 และน้ำร้อยละ 23 และการยอมรับของผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง

Martines-Villaluenga *et al*. (2007) ได้ทำการผลิตนมหมักซินไบโอติกที่ใช้เชื้อ *Bifidobacterial* เป็นหัวเชื้อ จากนั้นมีการเติม RFOs ที่สกัดจากถั่ว lupin ลงไปในปริมาณร้อยละ 0.1-2 โดยน้ำหนัก ผลการทดลองพบว่าทำให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; μ), generation time (T_g), ปริมาณกรด และกิจกรรมของเอนไซม์ดีขึ้น

Aragon-Alego *et al*. (2007) ผลิตช็อกโกแลตมูสซินไบโอติกที่มีส่วนประกอบของ *L. paracasei* subp. *Paracasei* LBC82 และ insulin ทำให้ได้อาหารสุขภาพชนิดใหม่ที่เป็นแหล่งของโปรไบโอติกและพรีไบโอติก หลังจากเก็บมูสไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วันแล้ว พบว่าโปรไบโอติกยังมีการรอดชีวิตอยู่ ในขณะที่ไม่พบการปนเปื้อนโดยยีสต์และเชื้อรา นอกจากนี้โปรไบโอติกและพรีไบโอติกที่เติมลงไปนั้นไม่มีผลกระทบต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

Homayouni *et al*. (2008) ทำการผลิตไอศกรีมซินไบโอติกที่ประกอบไปด้วยเชื้อ *L. casei* (Lc-01) และ *B. lactis* (Bb-12) ร่วมกับ resistant starch โดยเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกดังกล่าวได้ถูกห่อหุ้มด้วยแคลเซียมแอลจิเนต ซึ่งก็พบว่าเชื้อโปรไบโอติกสามารถรอดชีวิตอยู่ในระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ $4.2x10^6$ - $1.1x10^7$ cfu/ml ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วันโดยเชื้อที่ถูกห่อหุ้มไว้จะมีอัตราการรอดชีวิตที่สูงกว่าเชื้ออิสระ

Pinto *et al*. (2012) ได้รายงานว่าไอศกรีมโยเกิร์ตที่เติม microcapsules ของเชื้อ *Bifidobacterium* BB-12 ที่ผลิตจากนมผงคืนรูปพร่องมันเนย (reconstituted skim milk) และอินนูลิน โดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยนั้นมีปริมาณเชื้อรอดชีวิตคงที่และมีค่ามากกว่า 6 ลอคโคโลนี/กรัม ตลอดช่วงระยะเวลาหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือ ไอศกรีมโยเกิร์ตที่เติมเชื้ออิสระที่มีปริมาณเชื้อที่รอดชีวิตลดลง 3.88 ลอคโคโลนี/กรัม ในระหว่าง 30 วันแรกที่มีการเก็บรักษา และลดลงมาอีก 0.25 ลอคโคโลนี/กรัม หลังจากการเก็บรักษา 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 เชื้อจุลินทรีย์

3.1.1.1 หัวเชื้อถั่งเช่าสีทอง

แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria)

3.1.1.2 *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338

3.1.1.3 *Lactobacillus casei* TISTR 1463

3.1.1.4 *Lactobacillus plantarum* TISTR 1465

จุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen)

3.1.1.4 *Bacillus cereus TISTR 1527*

3.1.1.5 *Escherichia coli TISTR 527*

3.1.1.6 *Salmonella typhimurium TISTR2519*

3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.1.2.1 เอทานอลร้อยละ 95 (ยี่ห้อ L-PURE จากองค์การสุรากรมสรรพสามิต)

3.1.2.2 กลูโคส (Dextrose anhydrous จาก Weifang shengtai medicine)

3.1.2.3 สารละลายกลูโคสมาตรฐาน (Standard glucose) (Ajex, Australia)

3.1.2.4 กรดซัลฟิวริก ร้อยละ 98 (Sulfuric acid) (JK-Baker, China)

3.1.2.5 สารสกัดจากยีสต์ (Becton Dickinson, USA)

3.1.2.6 เปปโตน (Becton Dickinson, USA)

3.1.2.7 ผงวุ้น (Agar) (Krungthepchemi, Thailand)

3.1.2.8 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) (Univa, Australia)

3.1.2.9 สารละลายมาตรฐานคอร์ดิเซปิน (Standard cordycepin) (Sigma, USA)

3.1.2.10 สารละลายมาตรฐานอะดีโนซีน (Standard adenosine) (Sigma, USA)

3.1.2.11 สารละลายแอนโทรน (Sigma, USA)

3.1.2.12 เอทิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 98

3.1.2.13 น้ำตาลมะพร้าว

3.1.2.14 เจลาตินปลา (Fish gelatin)

3.1.2.15 กรดซิตริก

3.1.2.16 มันฝรั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.17 ข้าวโพดอ่อน

3.1.2.18 ข้าวสังข์หยด

3.1.2.19 ดักแด้หนอนไหม

3.1.2.20 ไข่ไก่

3.1.2.21 ผงเห็ดถั่งเช่าสีทองบด

3.1.2.22 น้ำกลั่น

3.1.2.23 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% (Hydrogen peroxide)

3.1.2.21 เมทานอล

3.1.2.22 อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Nutrient broth

3.1.2.23 อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Nutrient agar

3.1.2.24 อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร EMB agar

3.1.2.25 อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร SS agar

3.1.2.26 สารละลาย DNS (3,5 dinitrosalicylic acid)

3.1.2.27 เอทานอล (Food grade)

3.1.2.28 เฮกเซน (Food grade)

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.3.1 ตู้ปลอดเชื้อ (Larminar air flow) (Boss Tech Co., Ltd., USA)

3.1.3.2 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)

3.1.3.3 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ควบคุมอุณหภูมิ รุ่น Hermle, Germany

3.1.3.4 เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UV-1800 ของ SHIMADZU

3.1.3.5 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

3.1.3.6 เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum Oven)

3.1.3.7 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น TA plus ของ LLOYD instruments

3.1.3.8 เครื่องวัดสี (HunterLab, USA)

3.1.3.9 เครื่องชั่งสาร (Ohaus, USA)

3.1.3.10 ตู้มืดและตู้แสงที่ใช้บ่ม

3.1.3.11 เครื่องอบลมร้อน

3.1.3.12 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

3.1.3.13 หลอดปั่นเหวี่ยงตะกอน

3.1.3.14 ขวดปรับปริมาตร

3.1.3.15 ไมโครพอรัสขนาด 0.5 ไมโครเมตร

3.1.3.16 อัลตราโซนิเคเตอร์

3.1.3.17 คอลัมน์โครมาโตกราฟี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.18 บิวเรต

3.1.3.19 หม้อสแตนเลส

3.1.3.20 ปากคีบปลายแหลม (Forceps)

3.1.3.21 ตะกร้อมือสแตนเลส

3.1.3.22 มีด

3.1.3.23 สำลี

3.1.3.24 ตู้เย็น

3.1.3.25 ขวดดูแรน (Duran)

3.1.3.26 ไมโครปิเปต

3.1.3.27 ผ้าขาวบาง

3.1.3.28 เข็มเขี่ยเชื้อ

3.1.3.29 ทิปสำหรับไมโครปิเปต

3.1.3.30 ขวดสีชาเก็บสาร

3.1.3.31 หลอดทดลอง

3.1.3.32 Corck borer

3.1.3.33 ตะแกรงวางเครื่องมือ

3.1.3.34 ช้อนตักสารเคมี

3.1.3.35 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.3.36 จานเพาะเชื้อ

3.1.3.37 โหลเพาะเห็ด

3.1.3.38 บีกเกอร์

3.1.3. ฟลาสก์

3.2 การเตรียมถั่งเช่าสีทองเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเยลลี่และการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

3.2.1 การเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้น

3.2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารแข็ง Potato Dextrose Agar (PDA)

หัวเชื้อเริ่มต้นเตรียมจากดอกเห็ด (Fruiting body) นำมาล้างด้วยน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 1 นาที วางลงบนทิชชู ซับดอกเห็ดให้แห้ง ตัดหัวและท้ายออกและตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดพอเหมาะ เลี้ยงในจานเพาะเลี้ยงที่มีอาหารแข็ง (PDA) องค์ประกอบของอาหาร PDA แสดงดังตารางที่ 1 (ภาคผนวก ก) (ทำในตู้ปลอดเชื้อ) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทำการเพาะเลี้ยงในที่มืดเป็นเวลา 14 วัน (ดัดแปลงจากตันติกร และคณะ, 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 การเตรียมหัวเชื้อในอาหารเหลว Potato Dextrose Broth (PDB)

นำหัวเชื้อเริ่มต้นจากอาหารแข็ง PDA ในขั้นตอนที่ 3.1.1.1 มาเจาะด้วย Cork borer จำนวน 3 ชิ้น เลี้ยงในอาหารเหลว PDB องค์ประกอบของอาหารเหลว PDB แสดงดังตารางที่ 2 (ภาคผนวก ก) ปริมาตร 105 มิลลิลิตร (ทำในตู้ปลอดเชื้อ) จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในตู้มืด และเขย่าที่ความเร็ว 179 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นวลา 2-3 วัน เพื่อนำมาใช้เป็นหัวเชื้อในครั้งต่อไป (ตันติกร และคณะ, 2562)

3.2.1.3 การถ่ายหัวเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อสภาวะแข็งที่มีข้าวสังข์หยดเป็นแหล่งคาร์บอน

ทำการถ่ายหัวเชื้อจากอาหารเหลว PDB (ในขั้นตอนที่ 3.2.1.2) ร้อยละ 5 ของอาหารแข็งที่มีข้าวสังข์หยดหรือปริมาตร 4 มิลลิลิตร ต่ออาหารแข็งที่มีข้าวสังข์หยด 30 กรัม อาหารเหลว 45 มิลลิลิตร (องค์ประกอบของสูตรอาหารที่มีข้าวสังข์หยด แสดงดังตารางที่ 3 (ภาคผนวก ก) ใส่ลงตรงกลางขวดอาหารแข็งที่มีข้าวสังข์หยดเป็นแหล่งคาร์บอน นำไปบ่มในตู้มืด ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 14 วัน เส้นใยสีขาวจะเจริญเต็มขวดโหลที่ใช้เพาะเลี้ยง จากนั้นทำการเปิดดอกโดยย้ายไปในตู้ที่มีแสง อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-80 เส้นใยจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีทองหรือสีส้ม หลังจากนั้นประมาณ 1 เดือน ทำการฉีดฮอร์โมนโดยใช้น้ำมะพร้าวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว และเพาะเลี้ยงต่อไปจนครบเวลา 45 วัน นับจากวันที่เปิดดอก (ดัดแปลงจากตันติกร และคณะ, 2562)

3.2.1.4 การเก็บเกี่ยวฟรุตติ้งบอดี้ของถั่งเช่าสีทอง

เก็บส่วนของฟรุตติ้งบอดี้ นำไปอบแห้งในตู้อบความร้อนแบบสุญญากาศ (Vacuum Oven) ที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส (ตันติกร และคณะ, 2562)

3.3 การวิเคราะห์สารสำคัญในถั่งเช่าสีทอง

3.3.1 การวิเคราะห์สารคอร์ดิเซปินและอะดีโนซีนในถั่งเช่าสีทองด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง (Li *et al*., 2015)

3.3.1.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

นำดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นดอกเห็ดไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนอบ แล้วนำไปอบในเครื่องอบความร้อนแบบสูญญากาศ (Vacuum oven) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดโดยใช้เครื่องปั่นให้เป็นผงละเอียด นำมาร่อนผ่าน sieve ขนาด 150 เมท ถ้าขนาดอนุภาคยังมีขนาดใหญ่ก็นำไปปั่นซ้ำอีกครั้ง จนมีขนาดเล็กผ่านตะแกรงร่อนได้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ขั้นตอนการสกัด

การสกัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์สูงเป็นตัวทำละลาย ชั่งผงเห็ดถั่งเช่า จำนวน 0.2 กรัม เติมน้ำบริสุทธิ์สูง จำนวน 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic sonicator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที แยกตะกอนกับส่วนใส จากนั้นนำส่วนใสไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.2 ไมครอน ใส่ลงในขวดเก็บสารละลาย (vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดหาสารคอร์ดิเซปิน และสารอะดีโนซีนด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง (ดัดแปลงจาก Li *et al*., 2015)

3.3.1.3 การวิเคราะห์สารคอร์ดิเซปินและอะดีโนซีน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้น ด้วยเครื่อง โครมาโทกราฟีของเหลวสรรถภาพสูง โดยใช้คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร x250 มิลลิเมตรx4.6 มิลลิเมตร) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ 0.1 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ เมทานอลต่อน้ำบริสุทธิ์อัตราส่วน 15:85 วิเคราะห์ด้วยระยะเวลาการฉีด 20 นาทีต่อตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร จากพื้นที่ใต้กราฟมาทำโครมาโตแกรมจะได้กราฟมาตรฐานสมการเส้นตรงของสารคอร์ดิเซปินมาตรฐาน ได้สมการเส้นตรง คือ Y = aX+b ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ดิเซปิน และอะดีโนซีนจากตัวอย่างที่ได้หลังจากคำนวณกราฟมาตรฐาน

3.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ในถั่งเช่าสีทอง

3.3.2.1 ขั้นตอนการสกัด

ชั่งตัวอย่างเห็ดที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างข้อที่ 3.2.1.1 มา 2 กรัม เติมน้ำกลั่น 18 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (vortex) แล้วนำไปใส่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 8000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อเอาส่วนใส นำส่วนใสที่ได้มาตกตะกอนโดยใช้เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:4 (ปริมาตร 4 เท่าของปริมาตรตัวอย่าง) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Li *et al*., 2016) จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 8000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บตะกอน เทส่วนใสทิ้ง นำตะกอนที่ได้ไปทำให้แห้งด้วยการเป่าไนโตรเจนและนำไปอบต่อที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที บันทึกน้ำหนักตะกอนที่ได้

3.3.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน (Dreywood, 1946)

เติมสารตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นนำหลอดไปแช่ในอ่างน้ำแข็งรอจนสารละลายเย็น เติมสารละลายแอนโทรนที่แช่เย็นลงไป 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน รอจนหลอดเย็นประมาณ 0 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที หลังจากให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อน ทำให้เย็นลงในอ่างน้ำแข็งอีกครั้ง และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร วิเคราะห์ค่าโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส (ดัดแปลงจาก Leyva *et al*., 2008)

3.3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

3.3.3.1 ขั้นตอนการสกัด

ชั่งตัวอย่างเห็ดที่ได้จากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างข้อที่ 3.2.1.1 และทำการสกัดเช่นเดียวกับข้อที่ 3.3.2.1

3.3.3.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (ดัดแปลงจาก Hany, 2023)

เตรียมสารละลายตัวอย่างจากการสกัดข้อที่ 3.3.2.1 เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0.01-10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลาย DPPH ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ (โดยชั่ง DPPH 0.0039 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 100 มิลลิลิตร) นำสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นอย่างละ 100 ไมโครลิตรมาผสมกับสารละลาย DPPH 100 ไมโครลิตร เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดแสงที่ 517 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์ ใช้กรดแกลลิกเป็นสารละลายมาตรฐานโดยใช้ความเข้มข้นที่ 0.01-10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง โดยใช้ DPPH ผสมกับน้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม ใช้เอทานอลผสมกับน้ำกลั่นเป็นตัวควบคุมแบลงค์ ใช้สารละลายตัวอย่างผสมกับเอทานอลเป็นแบลงค์ และใช้ DPPH ผสมกับสารละลายตัวอย่าง เป็นตัวอย่างทดสอบ ผลวัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระคำนวณโดยใช้สมการ ร้อยละกิจกรรมการยับยั้ง DPPH = (ตัวควบคุม-ตัวควบคุมแบลงค์)/ตัวอย่าง-แบลงค์) x 100 จากนั้นค่า IC_{50} จะถูกคำนวณจากกราฟเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่พล็อตเทียบกับความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.3.3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS (ดัดแปลงจาก Hany, 2023)

เตรียมสารละลายตัวอย่างจากการสกัดข้อที่ 3.3.2.1 เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0.01-10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารละลายผสม ABTS 7 มิลลิโมลาร์ (เตรียมโดยชั่ง ABTS 0.0384 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) ผสมกับโพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต (K2S2O8) 2.45 มิลลิโมลาร์ (เตรียมโดยชั่งโพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต (K2S2O8) 0.0065 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร) ในอัตราส่วน 1:1 (ปริมาตร/ปริมาตร) และเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง ก่อนจะนำสารละลาย ABTS มาใช้ต้องเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.700±0.01 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เตรียมสารละลายตัวอย่างเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 0.01-10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตรมาผสมกับสารละลาย ABTS ที่เจือจางแล้ว 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันและเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทำการวัดค่าการดูดแสงที่ 734 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องไมโครเพลทรีดเดอร์

3.4 ศึกษาคุณสมบัติความเป็นสารพรีไบโอติก (Pairote *et al*., 2015)

3.4.1 การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์เป้าหมาย (target strains)

3.4.1.1 แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria; LAB)

ทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* TISTR 1338, *Lactobacillus casei* TISTR 1463 และ *Lactobacillus plantarum* TISTR 1465 ในอาหารเหลว De Man Rogosa and Sharpe (MRS) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อในสภาวะที่ไม่มีอากาศ จากนั้นตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์หลังการบ่มด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ให้เท่ากับ 1.0 เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในขั้นตอนต่อไป

3.4.1.2 จุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen)

ทำการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Escherichia coli* TISTR 527 และ *Salmonella typhimurium* TISTR 2519 ในอาหารเหลว NB บ่มจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์หลังการบ่มด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ให้เท่ากับ 1.0 เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในขั้นต่อไป

3.4.2 ทดสอบความสามารถการกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก

โดยใช้พรีไบโอติกทางการค้า ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์เป็นแหล่งคาร์บอนในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยอาหารที่ใช้คืออาหารเหลว MRS without glucose และจุลินทรีย์ที่ใช้ คือ *Lactobacillus casei* TISTR 1463 เปรียบเทียบการเจริญของเชื้อกับอาหารตัวควบคุม คือ อาหารที่มีกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนความเข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนัก/ปริมาตร) และชุดทดลองที่ไม่มีแหล่งคาร์บอน เพาะเลี้ยงแบบไม่เขย่าในโถไร้อากาศที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บตัวอย่างที่เวลาชั่วโมงที่ 0 24 48 และ 72 ชั่วโมง มาทำการนับจำนวนเชื้อโดยทำการเลี้ยงเชื้อบนอาหารแข็ง MRS โดยวิธีการ pour plate

3.4.3 ทดสอบการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

โดยทดลองเลี้ยงเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียโปรไบโอติกและแบคทีเรียก่อโรคในอาหารเหลว MRS without Glucose สูตรปริมาตร 100 มิลลิลิตร (กรัม/ลิตร: $C_{13}H_{24}O_4$ 1 กรัม Beef Extract 0.8 กรัม Yeast extract 0.5 กรัม $C_{64}H_{124}O_{26}$ 0.1 กรัม $C_6H_{11}NO_7$ 0.2 กรัม $C_2H_3NaO_2$ 0.3 กรัม $MgSO_4$ 0.01 กรัม MnO_4S 0.005 กรัม และ K_2HPO_4 0.05 กรัม ในขวด flask ขนาด 125 มิลลิลิตร และปรับค่า pH เป็น 6.2 $\pm$ 02) ที่เสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 โดยถ่ายเชื้อแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลคติก *Lactobacillus casei* TISTR 1463 ปริมาณรวมประมาณ 10^8 โคโลนี/มิลลิลิตร และเชื้อก่อโรค *Escherichia coli* TISTR 527 ปริมาณเชื้อ 10^8 โคโลนี/มิลลิลิตร และ *Salmonella typhimurium* TISTR 2519 ปริมาณเชื้อ 10^8 โคโลนี/มิลลิลิตร ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อขวดเดียวกัน บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดยไม่เขย่า และเก็บตัวอย่างที่ชั่วโมงที่ 0 24 48 และ 72 ชั่วโมง แล้วทำการนับจำนวนเชื้อแต่ละชนิด โดยทำการนับแบคทีเรียกรดแลคติกบนอาหาร MRS agar ในขณะที่ *Escherichia coli* และ *Salmonella typhimurium* จะทำการนับบนอาหาร EMB agar และ SS agar ตามลำดับ

3.5 การเตรียมผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง

3.5.1 การผลิตเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

โดยมีขั้นตอนการทำเยลลี่ถั่งเช่าสีทองดังนี้ สูตรพื้นฐานแสดงดังตารางที่ 3.1 ต้มน้ำบริโภคกับถั่งเช่าสีทองประมาณ 2 นาที (อุณหภูมิต้องไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส) ตักถั่งเช่าสีทองออกไปพักไว้

ตารางที่ 3.1 สูตรของผลิตภัณฑ์เยลลี่เคี้ยวหนึบ (ดัดแปลงจาก ภาสุรี ฤทธิเลิศ, 2562)

ส่วนผสม	ร้อยละ (น้ำหนัก/น้ำหนัก)
กรดซิตริก	0.8
ถั่งเช่าสีทอง	1
เพคติน	2
ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์	1
เจลาติน	10
น้ำตาลมะพร้าว	25
น้ำบริโภค	60.2

และแบ่งน้ำบางส่วนมาละลายกับเจลาตินให้เข้ากัน (ทำการบลูมเจลาติน) น้ำอีกส่วนหนึ่งตั้งตั้งไฟต่อ ใส่น้ำตาลมะพร้าว กรดซิตริก และเพคตินลงไป คนให้เข้ากัน จากนั้นใส่สารละลายเจลาติน คนจนเจลละลายหมด นำเยลลี่ใส่ในแม่พิมพ์ พักทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปแช่เย็นข้ามคืน เมื่อเซตตัวแล้วนำมาคลุกด้วยผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง

3.6.1 การแปรผันปริมาณถั่งเช่าสีทอง ใช้ปริมาณร้อยละ 1, 2 และ 3 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค และเลือกปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมที่สุดเพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3.2 จากสูตรพื้นฐานที่ประกอบด้วยกรดซิตริกร้อยละ 0.8 เพคตินร้อยละ 2 เจลาตินร้อยละ 10 น้ำตาลมะพร้าวร้อยละ 25 น้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 และน้ำบริโภค 61.2 และทำการแปรผัน ปริมาณถั่งเช่าสีทองร้อยละ 1, 2 และ 3

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
	ร้อยละ (น้ำหนัก/น้ำหนัก)		
กรดซิตริก	0.8	0.8	0.8
ถั่งเช่าสีทอง	**1**	**2**	**3**
เพคติน	2	2	2
ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์	1	1	1
เจลาติน	10	10	10
น้ำตาลมะพร้าว	25	25	25
น้ำบริโภค	60.2	59.2	58.2

โดยการแปรผันปัจจัยจะเลือกจากการการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจากความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อปริมาณถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่แล้วนำไปทำต่อในปัจจัยต่อไป คือ ปริมาณน้ำตาลมะพร้าว ปริมาณกรดซิตริก และปริมาณอัตราส่วนของผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่ง

3.6.2 การแปรผันปริมาณของน้ำตาลมะพร้าว ที่มีผลต่อการก่อเจลและรสชาติ ใช้ปริมาณร้อยละ 20, 25 และ 30 (น้ำหนักต่อปริมาตร) (ดัดแปลงจากพจนี อุปโภชน์, 2547) และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจากความพึงพอใจของผู้บริโภค

การแปรผันปัจจัยจะเลือกจากการการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่แล้วนำไปทำต่อในปัจจัยต่อไป โดยสัญลักษณ์ – แทนการการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในปริมาณถั่งเช่าสีทองจากหัวข้อ 3.6.1 และปริมาณร้อยละของน้ำบริโภคจะแปรผันตามส่วนผสมในแต่ละสูตรที่ได้รับการยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ปริมาณของน้ำตาลมะพร้าวที่มีผลต่อการก่อเจลและรสชาติ คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และการการยอมรับของทางประสาทสัมผัสผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
	ร้อยละ (น้ำหนัก/น้ำหนัก)		
กรดซิตริก	0.8	0.8	0.8
ถั่งเช่าสีทอง	-	-	-
เพคติน	2	2	2
ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์	1	1	1
เจลาติน	10	10	10
น้ำตาลมะพร้าว	**20**	**25**	**30**
น้ำบริโภค	60.2	59.2	58.2

3.6.3 ปริมาณของกรดซิตริก ที่มีผลต่อค่า pH ใช้ปริมาณร้อยละ 0.8, 1.0 และ 1.2 (น้ำหนักต่อปริมาตร) (ดัดแปลงจากอริสา และคณะ, 2560) และทำทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจากความพึงพอใจของผู้บริโภค

ตารางที่ 3.4 ปริมาณของกรดซิตริกที่มีผลต่อการก่อเจล รสชาติ คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพ และการการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
	ร้อยละ (น้ำหนัก/น้ำหนัก)		
กรดซิตริก	**0.8**	**1.0**	**1.2**
ถั่งเช่าสีทอง	-	-	-
เพคติน	2	2	2
ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์	1	1	1
เจลาติน	10	10	10
น้ำตาลมะพร้าว	-	-	-
น้ำบริโภค	60.2	59.2	58.2

การแปรผันปัจจัยจะเลือกจากการการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่แล้วนำไปทำต่อในปัจจัยต่อไป โดยสัญลักษณ์ – แทนการการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในปริมาณถั่งเช่าสีทองจากหัวข้อ 3.6.1 และปริมาณน้ำตาลมะพร้าวจากหัวข้อ 3.6.2 และปริมาณร้อยละของน้ำบริโภคจะแปรผันตามส่วนผสมในแต่ละสูตรที่ได้รับการยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 การแปรผันปริมาณอัตราส่วนของผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่งเพื่อคลุกเยลลี่กัมมี่ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยมีอัตราส่วนของผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่งที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1:0 1:1 0:1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และทำการวัดคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ รวมทั้งการยอมรับทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับหัวข้อที่ 3.7.1

โดยการแปรผันส่วนผสมของผงคลุก ผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียด : น้ำตาลไอซิ่ง โดยตัวเลข 1 แทนการใส่ส่วนผสม และตัวเลข 0 แทนไม่ใส่ส่วนผสม และสัญลักษณ์ – แทนการการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในปริมาณถั่งเช่าสีทองจากหัวข้อ 3.6.1 ปริมาณน้ำตาลมะพร้าวจากหัวข้อ 3.6.2 และปริมาณของกรดซิตริกจากหัวข้อ 3.6.3 และปริมาณร้อยละของน้ำบริโภคจะแปรผันตามส่วนผสมในแต่ละสูตรที่ได้รับการยอมรับ

ตารางที่ 3.5 สูตรเยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่ทำการแปรผันการคลุกผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่ง ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และการการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
	ร้อยละ (น้ำหนัก/น้ำหนัก)		
กรดซิตริก	-	-	-
ถั่งเช่าสีทอง	-	-	-
เพคติน	2	2	2
ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์	1	1	1
เจลาติน	13	13	13
น้ำตาลมะพร้าว	-	-	-
น้ำบริโภค	60.2	59.2	58.2
ผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่ง	**1:0**	**1:1**	**0:1**

3.7 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีถั่งเช่าสีทองเป็นองค์ประกอบ

3.7.1 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอาหาร

ทำการทดสอบเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส TA.XT2 (Texture Analyzer) โดยใช้ Probe ชนิด Cylinder โดยศึกษาค่าความแข็ง ความเกาะตัวกัน ความยืดหยุ่น ค่าความเหนียว ค่าความยากในการเคี้ยว การเกาะติด (ฟัน เหงือก และเพดานลิ้น) โดยตัวอย่างมีความหนาประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 เซนติเมตร ขนาดกว้าง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 1.5 เซนติเมตร โดยใช้หัวรัศมี 0.5 เซนติเมตร ระยะกด 10 เซนติเมตร ทำการวัด 15 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย (ตามวิธีภาคผนวก ค)

3.7.2 การวิเคราะห์สีด้วยเครื่องวัดสี

นำเยลลี่กัมมี่ไปบดหรือปั่นให้ละเอียดก่อนทำการวัดสี จากนั้นทำการวิเคราะห์สีด้วยเครื่องวัดสีของ Hunter Lab โดยบันทึกค่าลักษณะ L*-a*-b* (L* คือ ความสว่าง, ค่า a* คือ ค่าสีเขียว (-a*) ถึงสีแดง (+a*) และ b* คือ ค่าสีน้ำเงิน (-b*) ถึงสีเหลือง (+b*)) ทำการวัดค่าสีตัวอย่างละ 3 ครั้ง 3 ซ้ำ (ตามวิธีภาคผนวก ค)

3.8 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

3.8.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ทำการวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วยวิธี pH Meter ซึ่งค่าความเป็นกรดนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของกรดซิตริกที่ใส่ลงไป โดยปกติเยลลี่กัมมี่จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ pH 2.8-3.5 โดย pH ที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2 ตามมาตรฐาน มอก.263-2521

3.8.2 การวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย

ทำการตรวจวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้ายด้วยสถาบันอาหาร (National Food Institute) โดยทำการตรวจวัดปริมาณพลังงาน (Energy กิโลแคลอรี่/100 กรัม) ด้วยวิธี Nutrition Labeling 1993, Chapter 1.5 ไขมันทั้งหมด (Total Fat กรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 922.06 ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat กรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 996.06 ไขมันคอเลสเตอรอล (Cholesterol มิลลิกรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC InternationalVol.76, No. 4, 1993 คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total Carbohydrate กรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี Nutrition Labeling 1993, Chapter 1,5 น้ำตาลทั้งหมด (Total Sugars กรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 982.14 โปรตีน (Protein (N × 6.25) กรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 991.20 โซเดียม (Sodium มิลลิกรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 984.27 โพแทสเซียม (Potassium มิลลิกรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 984.27 ความชื้น (Moisture กรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 920.151B และเถ้า (Ash กรัม/100 กรัม) ด้วยวิธี AOAC (2023) 940.26

3.9 การทดสอบลักษณะทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

3.9.1 การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร

ทำการตรวจหาปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดและตรวจหายีสต์ รา เชื้อ *Escherichia coli* *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* spp. (ตามมาตรฐาน มผช. 520/2547 ที่กำหนดไว้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนี/กรัม และปริมาณยีสต์ ราต้องไม่เกิน 100 โคลีนี/กรัม) ต้องไม่พบ *Salmonella* spp. ในอาหาร 25 กรัม (วิธีการตามภาคผนวก ช)

3.9.2 วิธีการตรวจแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและ *E. coli* ด้วยวิธี MPN (Most Probable Number)

นำตัวอย่างเยลลี่กัมมี่ มาวิเคราะห์ผลโดยนำเยลลี่กัมมี่ ปริมาณ 10 กรัม (น้ำหนักเปียก) ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 90 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher (ตัวอย่างนี้จะมีระดับความเจือจางเท่ากับ 1:10) จากนั้นนำของเหลวที่ได้ไปวิเคราะห์แบคทีเรียก่อโรคชนิดโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียด้วยวิธีเอ็มพีเอ็นตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 18^{th} ed, APHA-AWWA-WPCF (1992) และนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 213

3.10 การศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา (ดัดแปลงจากลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์, 2539)

ทำการเก็บรักษาตัวอย่างเยลลี่กัมมี่ที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดสอบ pH สี เนื้อสัมผัส ทุก 1 สัปดาห์ และจุลินทรีย์ทุก 1 เดือนทั้งหมดตามวิธีการวิเคราะห์มาตรฐาน AOAC

3.11 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองที่ได้และบรรจุภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการคัดเลือก มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 2 ตอน ได้แก่ ชุดคำถามเกี่ยวกับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อโลโก้บรรจุภัณฑ์ และชุดการประเมินการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับคะแนน (5 - Point Hedonic Scale) โดยมีคะแนนจาก 5-1 หมายความว่า 5 คือ ชอบมาก, 4 คือ ชอบ, 3 คือ ชอบปานกลาง, 2 คือ ไม่ชอบ และ 1 คือ ไม่ชอบมาก ตามลำดับ (ภาคผนวก ง) แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.12 การทดสอบทางสถิติ

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งวิเคราะห์สถิติโดยใช้โปรแกรม Minitab ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) และทำการหาค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.13 การศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง (กมลทิพย์ และคณะ, 2561)

ทำการศึกษาต้นทุนของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง โดยการคำนวณต้นทุนในการผลิต แบ่งเป็นสัดส่วน ดังนี้ ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนบรรจุภัณฑ์ ต้นทุนดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

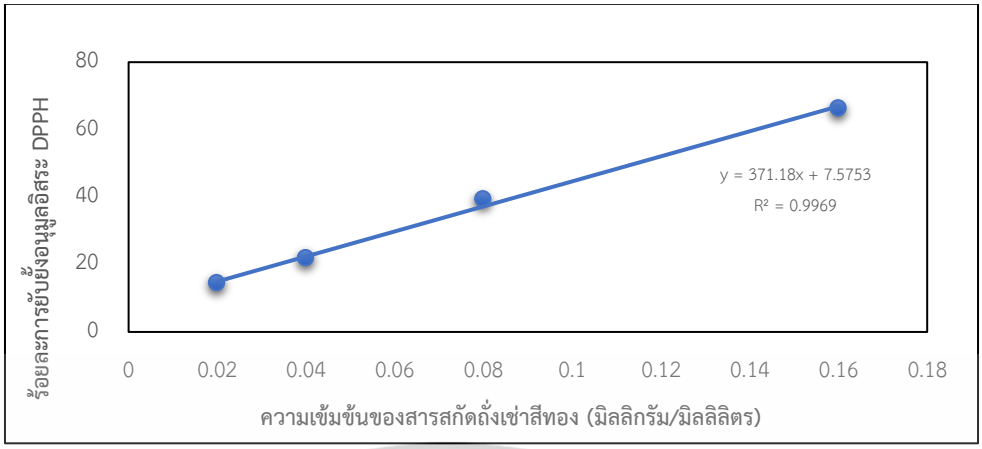
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสำคัญคอร์ดิเซปินและอะดิโนซีนของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญคอร์ไดเซปินและอะดิโนซีนในเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยเครื่อง HPLC โดยใช้ตัวอย่างสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความเข้มข้น 0.2 กรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อวัดหาค่าปริมาณความเข้มข้นของสารสำคัญ พบว่ามีปริมาณสารคอร์ดิเซปินและปริมาณสารอะดิโนซีนเท่ากับ 3.8 และ 1.1 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ (Jungwon Choi. *et al*., 2021) ที่ทำการสกัดสารสำคัญจากถั่งเช่าสีทองปริมาณ 2 กรัม มาสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่น เอทานอลร้อยละ 20 40 60 และ 95 ภายใต้การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงหรืออัลตราโซนิค ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำส่วนใสมากรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 ไมโครเมตร และปรับปริมาตรให้เท่ากับ 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ไดเซปินด้วยวิธี HPLC พบว่ามีสารคอร์ดิเซปิน 7.792±0.107 มิลลิกรัม/กรัม จากการสกัดด้วยน้ำกลั่น และการสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 20 40 60 และ 95 พบปริมาณสารคอร์ไดเซปิน 9.5±0.91, 10.3±0.11, 11.5±0.25 และ 15.2±0.12 ตามลำดับ และสารอะดิโนซีน เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัม/กรัม เนื่องจากการต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อาจทำให้สูญเสียสารสำคัญทางชีวภาพไปในระหว่างการทำการสกัด และปริมาณสารสำคัญที่สกัดได้ยังสอดคล้องกับข้อกำหนดปริมาณสารสำคัญตามสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนด เรื่อง ถั่งเช่าสีทอง อนุญาตให้ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ปริมาณไม่เกิน 230 มิลลิกรัมต่อวัน โดยกำหนดปริมาณคอร์ดิเซปิน ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม อะดีโนซีน ไม่เกิน 170 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2562)

4.2 ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS

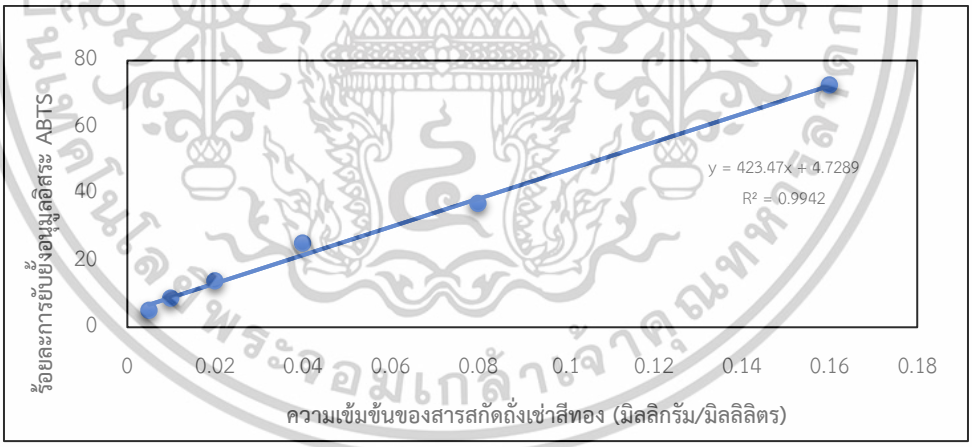
ผลการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH จากการพลอตกราฟเพื่อหาความเข้มข้นของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ครึ่งหนึ่ง (The half maximal inhibitory concentration; IC_{50}) จากกราฟรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และค่าความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความเข้มข้นต่างๆ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความเข้มข้นของสารสกัด ประสิทธิภาพการกำจัด DPPH ของสารสกัดถั่งเช่าสีทองที่ความเข้มข้น 20–160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร อยู่ที่ร้อยละ 14.43–66.23 และคำนวณหาค่า IC_{50} พบว่ามีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ครึ่งหนึ่งเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

ซึ่งมีผลสอดคล้องกับการตรวจกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS โดยกราฟที่แสดงในรูปที่ 4.2 แสดงร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS และค่าความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด ABTS อยู่ในช่วงค่าความเข้มข้นที่ 5–160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่าการยับยั้งอยู่ที่ร้อยละ 4.95–72.45 และเมื่อคำนวณหาค่า IC_{50} พบว่ามีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ได้ครึ่งหนึ่ง เท่ากับ 0.11 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS และความเข้มข้นของสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากถั่งเช่าสีทองที่สกัดได้ในช่วงความเข้มข้นที่น้อยมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Ling Liu. *et al*., 2022) เมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกัน ในงานทำการสังเคราะห์ทางชีวภาพอนุภาคนาโนแพลตตินัมที่มีสารสกัดจากถั่งเช่าสีทอง ทำการศึกษาการนำสารสกัดจากถั่งเช่าสีทองมาสังเคราะห์ให้อยู่รูปของอนุภาคนาโน จากการนำสารสกัดจากถั่งเช่าสีทองมาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าความเข้มข้นที่ 0.50–125.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH อยู่ที่ร้อยละ 27.77–44.00

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน

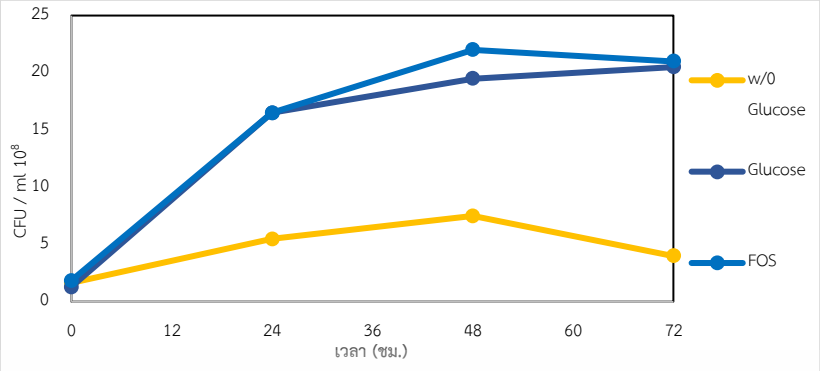
ในการวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์ในถั่งเช่าสีทอง โดยใช้ตัวอย่างจากสารสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณพอลิแซคคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน ทำการเจือจางสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทองอยู่ที่ระดับความเจือจาง 100 เท่า นำไปคำนวณหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์ที่ พบว่ามีปริมาณพอลิแซคคาไรด์ในสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง 15.87±0.062 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ (Chunmei Gu. *et al*., 2022) โดยทำการหาปริมาณพอลิแซคคาไรด์ พบว่ามีปริมาณสูงสุดคือ 68.3 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปริมาณที่สกัดได้แตกต่างกัน อาจเกิดจากวิธีในการสกัด เช่น การสกัดด้วยน้ำ การสกัดด้วยแรงดันสูง การสกัดด้วยน้ำต่ำกว่าจุดวิกฤต เทคนิคการสกัดด้วยคลื่นอัลตราโซนิก รวมไปถึงแหล่งอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงและการเสริมด้วยไอออนโลหะมีผลต่อการเสื่อมสภาพ โพแทสเซียม (K^+) , แคลเซียม ($Ca2^+$) และสังกะสี ($Zn2^+$) ช่วยในเรื่องชะลอการเสื่อมสภาพในกระบวนการจัดเก็บ ต่างกับแมงกานีส ($Mn2^+$) และ แมกนีเซียม ($Mg2^+$) ที่ช่วยส่งเสริมการเสื่อมสภาพ (MS Sun. *et al*., 2018)

4.4 ศึกษาคุณสมบัติความเป็นสารพรีไบโอติก

4.4.1 ผลการกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก

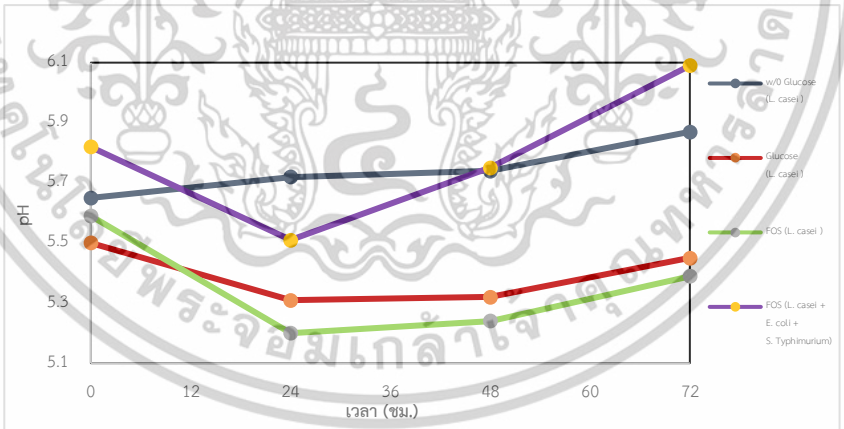
ผลการใช้ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารเหลว MRS without glucose เป็นแหล่งคาร์บอนในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในการเลี้ยง *L. casei* จากรูปที่ 4.3 พบว่าอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 พบว่าในช่วงเวลาที่ 0-48 ชั่วโมง สามารถช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของ *L. casei* ได้ มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะ (Specific growth rate (h^{-1})) เท่ากับ 0.05 ซึ่งมีความใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุม คืออาหารเหลว MRS ที่มีกลูโคสร้อยละ 1 มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะเท่ากับ 0.6 ในช่วงในช่วงเวลาที่ 0-48 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่ไม่มีแหล่งคาร์บอนพบว่ามีการเจริญเติบโตของ *L. casei* น้อยในช่วงในช่วงเวลาที่ 0-48 ชั่วโมง มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะเท่ากับ 0.3 เนื่องจากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในการเจริญเติบโต จุลินทรีย์สามารถย่อยน้ำตาลเพื่อใช้เป็นพลังงานและสารตั้งต้นในการสร้างสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต จึงแสดงให้เห็นว่ามีฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์กระตุ้นการเจริญเติบโตของ *L. casei* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของ *L. case* (log โคโลนี/มล. 10^8) ในอาหารเหลว MRS without Glucose, อาหารเหลว MRS ที่มีกลูโคสร้อยละ 1 และอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ร้อยละ 1 และระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (ชั่วโมง)

และได้มีการวัดค่า pH ในเวลาที่ 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากรูปที่ 4.4 พบว่าอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 มีค่า pH เท่ากับ 5.59, 5.20, 5.24 และ 5.39 แสดงให้เห็นว่ามีการสร้างกรดแลคติกขึ้นในช่วงเวลาที่ 24-48 ชั่วโมง และอาหารเหลว MRS ที่มีกลูโคสร้อยละ 1 มีค่า pH เท่ากับ 5.50, 5.31, 5.32 และ 5.45 แสดงให้เห็นว่ามีการสร้างของกรดแลคติกขึ้นในช่วงเวลาที่ 24-48 ชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบกับอาหาร MRS ที่ไม่มีแหล่งคาร์บอน พบว่าค่า pH เท่ากับ 5.65, 5.72, 5.74 และ 5.87 แสดงให้เห็นว่าไม่มีการสร้างกรดแลคติกเลย



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด-ด่างในอาหารเหลว MRS without Glucose, อาหารเหลว MRS ที่มีกลูโคสร้อยละ 1 และอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ร้อยละ 1 ที่เพาะเลี้ยง *L. case* และอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ร้อยละ 1 ที่เพาะเลี้ยง *L. case* ผสมกับ ของ *E. coli* และ *S. typhimurium* และระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (ชั่วโมง)

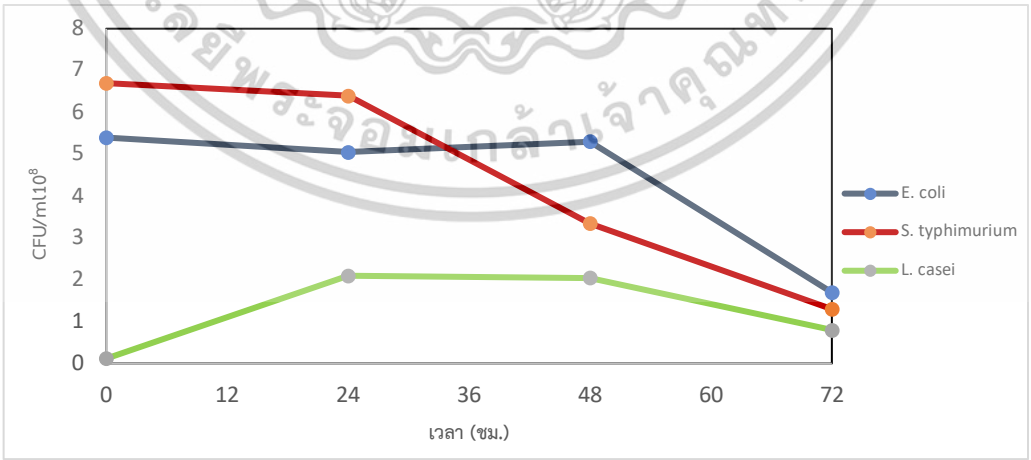
เนื่องจากไม่มีแหล่งคาร์บอนที่เป็นสารตั้งต้นในการสร้างสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ และกลูโคสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่จุลินทรีย์สามารถย่อยและดูดซึมได้อย่างง่ายดาย ในขณะที่ฟรุคโตโอลิโกแซคคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไรด์เป็นน้ำตาลเชิงซ้อนที่มีสายของฟรุกโตสเชื่อมกัน ซึ่งต้องผ่านการย่อยสลายก่อน ซึ่งกลูโคสอาจทำให้เกิดการยับยั้งคาตาบอลิซึม (Catabolite repression) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์เลือกใช้แหล่งคาร์บอนที่ง่ายที่สุดเป็นลำดับแรก การยับยั้งนี้อาจจำกัดการเผาผลาญของน้ำตาลอื่น ๆ รวมถึงการผลิตกรดแลคติกได้ ในขณะที่ FOS ไม่ก่อให้เกิดการยับยั้งและยังช่วยเพิ่มการเผาผลาญในแบบที่เหมาะสมกับการผลิตกรดแลคติก เนื่องจากเป็นพรีไบโอติกที่สนับสนุนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โปรไบโอติก เช่น แลคโตบาซิลลัสโดยเฉพาะ จุลินทรีย์ที่ย่อยสลาย FOS มีแนวโน้มที่จะผลิตกรดแลคติกในปริมาณสูง ซึ่งทำให้การผลิตแลคติกโดยใช้ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ดีกว่าการใช้กลูโคส

4.4.2 ผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

จากการทดลองเลี้ยงเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียโปรไบโอติกและแบคทีเรียก่อโรคในอาหารเหลว MRS without Glucose ที่เสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 จากรูปที่ 4.5 พบว่า *L. casei* สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะเลี้ยงผสมนี้และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตในช่วงเวลาที่ 0-48 ชั่วโมงมีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะ (Specific growth rate (h^{-1})) เท่ากับ 0.06 และยังแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้ โดย *E. coli* เกิดอัตราความเร็วในการตายเฉพาะ (Specific death rate (h^{-1})) เท่ากับ 0.02 และ *S. typhimurium* มีอัตราความเร็วในการตายเฉพาะ เท่ากับ 0.03 จากการวัดค่า pH ในเวลาที่ 0, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากรูปที่ 4.4 พบว่ามีค่าเท่ากับ 5.82, 5.51, 5.75 และ 6.09 แสดงให้เห็นว่ามีการสร้างกรดแลคติกขึ้นในช่วงเวลาที่ 24-48 ชั่วโมง เนื่องจากกรดแลคติกที่ผลิตโดย *L. casei* สามารถช่วยลดจำนวนเชื้อ *E. coli* และ *S. typhimurium* ได้ เนื่องจากกรดแลคติกทำหน้าที่ในการสร้างสภาวะที่เป็นกรด (pH ต่ำ) ในสภาพแวดล้อม ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *E. coli* และ *Salmonella* ซึ่งชอบสภาพแวดล้อมที่เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อยมากกว่า



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของ *L. case* และการตายของ *E. coli* และ *S. typhimurium* (โคโลนี/มล. 10^8) ในอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ร้อยละ 1 และระยะเวลาการเพาะเลี้ยง (ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีงานวิจัยของ (Laura Fuhrmann. *et al*., 2022) ที่สนับสนุนว่าการตายของเชื้อก่อโรคไม่ได้เกิดจากการขาดแหล่งอาหารทั้งหมด โดยปกติ *E. coli* และ และ *S. typhimurium* ไม่สามารถย่อยสลายน้ำตาลฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้ แต่อาจจะได้รับประโยชน์ทางอ้อมจากน้ำตาลที่โปรไบโอติกปลดปล่อยออกมาจากการย่อย FOS ทำให้เชื้อก่อโรคสามารถนำมาใช้ในการเจริญเติบโตและอยู่รอดได้

4.5 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

4.5.1 ผลของการเติมน้ำตาลมะพร้าว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของการเติมน้ำตาลมะพร้าวในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ เมื่อทำการแปรผันปริมาณของน้ำตาลที่ร้อยละ 20, 25 และ 30 (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบว่าปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 25 รสชาติความหวานของเยลลี่กัมมี่มีความหวานที่พอดี ไม่หวานน้อยหรือมากเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (ธีรวรรณ, 2561) ที่ทำการศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลต่อคุณภาพของเยลลี่รางจืด ที่ปริมาตรร้อยละ 9, 12,15 พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่คาราจีแนนเยลลี่รางจืด คือน้ำตาลทราย ร้อยละ 14.85 เนื่องจากน้ำตาลมีอิทธิพลต่อคุณภาพด้านความแข็ง การเกาะรวมตัว ความเหนียว และความหยุ่น จากการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นแนวโน้มของค่าความแข็งและความยืดหยุ่นลดลง เนื่องจากน้ำตาลมีส่วนช่วยในการเกิดเจล โดยน้ำตาลเป็นตัวกำหนดความแข็งแรงของพันธะไฮโดรเจน และแรงดึงดูดไฮโดรโฟบิค และรวมถึงความเร็วในการเกิดเจล ดังนั้นการใช้น้ำตาลในปริมาณที่แตกต่างกันจะมีผลต่อไอออนและพันธะต่างๆ ทำให้คุณลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน (ธีรวรรณ, 2561) และมีผลต่อความเสถียรทางความร้อนของเจลเพิ่มขึ้น ทำให้โครงสร้างของเจลจะหลอมเหลวที่อุณหภูมิที่สูงขึ้น (Avallone,. *et al*., 2022)

4.5.2 ผลของกรดซิตริกต่อค่า pH ในผลิตภัณฑ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของการเติมกรดซิตริกในผลิตภัณฑ์เยลลี่ เมื่อทำการแปรผันปริมาณของกรดซิตริกที่ร้อยละ 0.8, 1.0 และ 1.2 (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบว่าปริมาณของกรดซิตริกที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 1 รสชาติความเปรี้ยวของเยลลี่มีความเปรี้ยวที่เหมาะสม ไม่เปรี้ยวน้อยหรือมากเกินไป และมีค่า pH อยู่ที่ 3.72 ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งมีค่าที่ไม่เป็นกรดมากจนเกินไป เนื่องจากหากค่า pH ต่ำเกินไป (เป็นกรดมาก) หรือสูงเกินไป (เป็นด่างมาก) จะทำให้การก่อตัวของเจลอ่อนแอลง เกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในเจลาติน ส่งผลต่อการจับตัวกันของโมเลกุลโปรตีนที่จำเป็นในการสร้างโครงสร้างเจล ซึ่งคุณสมบัติรีโอโลยี (Rheological) ของเจลาตินไม่ขึ้นอยู่กับค่า pH ในช่วง pH 4.6–8.0 (Pang,. *et al*., 2014) และสารก่อเจลร่วมอย่างเพคตินในส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่เป็นชนิดเมทอกซิลสูง (High Methoxyl Pectin - HMP) ซึ่งเพคตินชนิดนี้ต้องการค่า pH ที่เป็นกรด (pH ต่ำกว่า 3.5) เพื่อที่จะก่อตัวเป็นเจลได้ดี ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับ HMP มักอยู่ที่ประมาณ 2.8 - 3.4 (Evageliou,. *et al*., 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของค่าความเป็นกรด-ด่างต่อปริมาณของกรดซิตริก

สูตร	ปริมาณกรดซิตริก	ค่า pH
1	0.8	3.76
2	1.0	3.72
3	1.2	3.70

4.5.3 ผลของปริมาณถังเช่าสีทองต่อลักษณะกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของการเติมถั่งเช่าสีทองในผลิตภัณฑ์เยลลี่ เมื่อทำการแปรผันปริมาณของถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 1, 2 และ 3 (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบว่าปริมาณของถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 1 มีปริมาณเนื้อถั่งเช่าสีทองในเยลลี่ปริมาณที่เหมาะสม และมีลักษณะกายภาพที่สวยงาม การก่อตัว การขึ้นรูป ค่าแรงดึงอยู่ในระดับที่เหมาะสมเยลลี่ไม่แข็งเกินไปหรืออ่อนเกินไป เนื่องจากการใส่ถั่งเช่าที่มีลักษณะเป็นชิ้นในปริมาณที่มากเกินไปจะรบกวนการก่อตัวของเยลลี่ทำให้เยลลี่แตกง่าย และความสวยงามของเยลลี่ลดลง

4.5.4 ผลของปริมาณผงคลุกถั่งเช่าสีทองละเอียดกับน้ำไอซ์ซิ่ง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของผงคลุกในผลิตภัณฑ์เยลลี่ เมื่อทำการแปรผันอัตราส่วนของผงถั่งเช่าสีทองบดละเอียดกับน้ำตาลไอซิ่งที่ร้อยละ 1 ต่อ 0 (ผงถั่งเช่าสีทองอย่างเดียว) 1 ต่อ 1 (ผงถั่งเช่าสีทองผสมกับไอซิ่งปริมาณเท่ากัน) และ 0 ต่อ 1 (ไอซิ่งเพียงอย่างเดียว) (น้ำหนักต่อปริมาตร) พบว่าปริมาณของผงคลุกที่เหมาะสมที่สุด คือ การใช้ผงไอซิ่งเพียงอย่างเดียว คือ ร้อยละ 1 ให้รสชาติที่อร่อยและมีรสสัมผัสที่ดีที่สุด

4.6 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่

4.6.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

ผลการทดสอบเนื้อสัมผัสของเยลลี่ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ที่ขนาดตัวอย่างของเยลลี่ กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร และหนา 1 เซนติเมตร พบว่ามีค่าความแข็งของเนื้อเยลลี่กัมมี่ 1 และ 2 (การเคี้ยวครั้งที่ 1) และการเคี้ยวครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 282.91 และ 87.34 นิวตัน มีค่าการเกาะตัวกันอยู่ที่ 0.51 มีค่าความยืดหยุ่นอยู่ที่ 5.83 มิลลิเมตร ค่าความเหนียวของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 62.01 นิวตัน ค่าความยากในการเคี้ยว 0.37 นิวตันเมตร และการเกาะติด (การติดเหงือก ฟัน หรือเพดานปาก) เท่ากับ 0.02 มิลลิเมตรกิโลกรัมแรง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (ปิติพร, 2560) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากแก้วมังกรสีแดง โดยศึกษาผลของปริมาณน้ำแก้วมังกร ปริมาณเจลาติน และอัตราส่วนระหว่างซูโครส/กลูโคสไซรัป ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ พบว่าค่าลักษณะเนื้อสัมผัส แข็งแรง 4.27 นิวตัน ค่าความยืดหยุ่น 0.95 มิลลิเมตร และค่าความเหนียว 0.95 ในสูตรใช้เจลาตินร้อยละ 7 จึงทำให้มีความแข็งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยกว่า และเนื่องจากเยลลี่เป็นอาหารเจลประเภทหนึ่งที่มีโครงสร้างเป็นระบบไฮโดรคอลลอยด์ที่ไม่แสดงการไหล (no steady-state flow) เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยของเหลวและของแข็ง โดยมีโครงสร้างของเหลวทำหน้าที่เป็นตัวกลางและของแข็งทำหน้าที่ประสานกันเป็นร่างแห การเกิดโครงสร้างของเจลขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างแรงดึงดูดกับแรงผลักระหว่างอนุภาคคอลลอยด์ด้วยกันเองและระหว่างอนุภาคคอลลอยด์และสารที่เป็นของเหลว (ปาริฉัตร หงสประภาส, 2545) โดยลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่ที่ดีจะขึ้นอยู่กับการเกิดโครงสร้างของเจล ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปริมาณส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ ที่สมดุลกัน ได้แก่ สารที่ทำให้เกิดเจล สารให้ความหวาน (น้ำตาล) และสารควบคุมความเป็นกรดด่าง (จุฑามาศ พีรพัชระ และคณะ, 2555) ดังนั้นการแปรปริมาณถั่งเช่าสีทอง น้ำตาล มะพร้าว และกรดซิตริก รวมไปถึงอัตราส่วนความสมดุลระหว่างสารก่อเจลเจลาตินและเพคติน อาจมีผลกระทบต่อส่วนประกอบสำคัญดังกล่าวได้ นอกจากนี้การใช้ปริมาณน้ำในส่วนผสมไม่เท่ากัน มีโอกาสที่จะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเยลลี่แตกต่างกันได้ และอัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัปและปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเหนียว ค่าความแข็งแรง และค่าความยากในการเคี้ยวลดลงเล็กน้อย (ศิมาภรณ์ มีแสง และคณะ, 2546)

4.6.2 ผลการวิเคราะห์การวัดสี

ผลการทดสอบการวัดสีของเยลลี่ด้วยเครื่องวัดสีของ Hunter Lab โดยนำเยลลี่กัมมี่ไปละลายแล้วบรรจุให้เต็มภาชนะของเครื่องวัดสี ไม่ให้มีแสงลอดผ่านได้ แล้วบันทึกผลค่าลักษณะ L*-a*-b* Chart พบว่าค่า ค่าสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 10.72 มีลักษณะไปทางสีขาวผลิตภัณฑ์สีไม่เข้ม, ค่าแกนสีเขียวจนถึงแกนสีแดง (a*) เท่ากับ 10.52 ผลิตภัณฑ์มีค่าไปทางสีแดง และค่าแกนสีน้ำเงินจนถึงสีเหลือง (b*) เท่ากับ 13.93 ผลิตภัณฑ์มีค่าไปทางสีเหลือง ทำให้สีโดยรวมออกไปทางสีเหลืองโทนส้ม โดยการเปลี่ยนแปลงของสีในผลิตภัณฑ์อาจเกิดจากการทำลายเม็ดสีหรือการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ในระหว่างกระบวนการการให้ความร้อน (Samakradhamrongthai and Jannu, 2021) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น สารอาหาร รวมถึงสีที่อยู่ถั่งเช่าสีทองและสารก่อเจล อาจมีส่วนทำให้สีของเยลลี่กัมมี่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณเห็ดถั่งเช่าสีทองก็จะส่งผลให้สีของเยลลี่กัมมี่มีสีที่เข้มขึ้นจึงทำให้ ค่าสว่าง (L*) มีค่าลดลง ค่าแกนสีเขียวจนถึงแกนสีแดง (a*) และค่าแกนสีน้ำเงินจนถึงสีเหลือง (b*) จะมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มโน้มที่จะเข้มขึ้นในทุกๆด้าน

4.7 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สีทอง

4.7.1 ผลการวัดความเป็นกรด-ด่าง

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่ด้วยวิธี pH Meter ที่มีปริมาณของกรดซิตริกในเยลลี่ 1 กรัม พบว่ามีค่า pH เท่ากับ 3.72 ซึ่งอยู่ช่วงที่ใกล้เคียงกับ 2.8-3.5 ตามมาตรฐาน มอก.263-2521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 ผลการวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย

ผลการตรวจวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย แสดงในตารางที่ 4.2 พบว่ามีปริมาณพลังงานอยู่ที่ 223 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ไม่พบปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และไขมันคอเลสเตอรอลต่อ 100 กรัม มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 29.1 กรัมต่อ 100 กรัม น้ำตาลทั้งหมดอยู่ที่ 23.7 กรัมต่อ 100 กรัม โปรตีน 26.7 กรัม โซเดียม 96 มิลลิกรัม และโพแทสเซียม 44 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณเถ้า 0.39 กรัมต่อ 100 กรัม และมีความความชื้นอยู่ที่ 43.80 กรัมต่อ 100 กรัม ตามรายละเอียดในฉลากโภชนาการของอาหารรูปแบบ Thai-RDI (No. 445) (ภาคผนวก) และมีค่าแอคทิวิตี้ของน้ำ (water activty) อยู่ที่ 0.94 และเมื่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ครบ 1 เดือน ทำการตรวจสอบระดับแอคทิวิตี้ของน้ำ (aw) อีกครั้ง พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.95 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย

รายการ	ผลทดสอบ	หน่วย
พลังงานทั้งหมด	223	กิโลแคลอรี่ ต่อ 100 กรัม
ไขมันทั้งหมด	ตรวจไม่พบ	กรัม ต่อ 100 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	ตรวจไม่พบ	กรัม ต่อ 100 กรัม
ไขมันคอเลสเตอรอล	ตรวจไม่พบ	มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	29.1	กรัม ต่อ 100 กรัม
น้ำตาลทั้งหมด	23.7	กรัม ต่อ 100 กรัม
โปรตีน	26.7	กรัม ต่อ 100 กรัม
โซเดียม	96	มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม
โพแทสเซียม	44	มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม
ความชื้น	43.80	กรัม ต่อ 100 กรัม
เถ้า	0.39	กรัม ต่อ 100 กรัม

4.8 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สีทอง

4.8.1 ผลการตรวจวัดจุลินทรีย์ในอาหาร

ผลการตรวจวัดจุลินทรีย์ ดังตารางที่ 4.3 พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม พบปริมาณจุลินทรีย์ประเภท Coliform bacteria น้อยกว่า 3 MPN ต่อกรัม ปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN ต่อกรัม ไม่พบ *Salmonella* ssp. ต่อปริมาณ 25 กรัม ปริมาณ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม (ภาคผนวก ช) ซึ่งไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 520/2547 เรื่องเยลลี่แห้ง ซึ่งระบุว่าต้องตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนี และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคชนิด *Escherichia coli* เกิน < 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) เรื่องผลิตภัณฑ์กลุ่มแยม เยลลี่และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุปิดสนิท ซึ่งระบุว่าต้องตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มต้องไม่เกิน < 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และผ่านมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 416 พ.ศ. 2563 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งระบุว่าจะต้องตรวจพบ *S. aureus* ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (โคโลนีต่อกรัม)

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Aerobic Plate Count	< 10	โคโลนีต่อกรัม
Coliform bacteria	< 3	จำนวนที่เป็นไปได้มากที่สุดต่อกรัม
Escherichia coli	< 3	จำนวนที่เป็นไปได้มากที่สุดต่อกรัม
Salmonella spp.	Not Detected	ใน 25 กรัม
Staphylococcus aureus	< 10	โคโลนีต่อกรัม
Yeasts and Molds	< 10	โคโลนีต่อกรัม

4.9 ผลการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา

4.9.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

ผลการทดสอบเนื้อสัมผัสของเยลลี่กัมมี่ทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ที่ขนาดตัวอย่างของเยลลี่กัมมี่ กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร และหนา 1 เซนติเมตร ผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ก่อนทำการเก็บรักษาหรือเยลลี่กัมมี่ ณ จุดเริ่มต้น 0 วัน พบว่ามีค่าความแข็งของเนื้อเยลลี่กัมมี่ 1 และ 2 (การเคี้ยวครั้งที่ 1) และการเคี้ยวครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 282.91 และ 87.34 นิวตัน มีค่าการเกาะตัวกันอยู่ที่ 0.51 มีค่าความยืดหยุ่นอยู่ที่ 5.83 มิลลิเมตร ค่าความเหนียวของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 62.01 นิวตัน ค่าความยากในการเคี้ยว 0.37 นิวตันเมตร และการเกาะติด (การติดเหงือก ฟัน หรือเพดานปาก) เท่ากับ 0.02 มิลลิเมตรกิโลกรัมแรง ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 4 องศาเซลเซียส มีลักษณะของเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องในเรื่องของความแข็ง 1 ความแข็ง 2 การเกาะตัวกัน ความเหนียว การเคี้ยวอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นความยืดหยุ่นและการเกาะติดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญดังตารางที่ 4.4 และในระยะการเก็บรักษาวันที่ 14, 21 และ 30 วัน ไม่สามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือลักษณะเนื้อสัมผัสได้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องมีเชื้อราขึ้นที่ผลิตภัณฑ์จึงหยุดทำการทดสอบลักษณะเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัส แต่ทำการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสต่อ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปในทุกลักษณะของเนื้อสัมผัสของทุกช่วงเวลาของการเก็บรักษาในแต่ละสัปดาห์ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านของความแข็ง 1 และ 2 มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเป็นลำดับตามระเวลาเก็บรักษา โดยค่าความแข็ง 1 และ 2 เท่ากับ 472.66, 711.23 และ 718.03 นิวตัน ตามลำดับ และความแข็ง 2 มีค่าเท่ากับ 223.11, 370.26 และ 379.51 นิวตัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเนื้อสัมผัสของเยลลี่กัมมี่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

ลักษณะเนื้อสัมผัส						
อุณหภูมิ	**เนื้อสัมผัส**	**ระยะเวลาการจัดเก็บ (วัน)**				
		0	7	14	21	30
4 องศาเซลเซียส	ความแข็ง 1 (N)	122.41^{E}	136.10^{Da}	472.66^{C}	711.23^{B}	718.03^{A}
	ความแข็ง 2 (N)	87.34^{E}	93.84^{Da}	223.11^{C}	370.26^{B}	379.51^{A}
	การเกาะตัวกัน	0.51^{B}	0.53^{Aa}	0.25^{C}	0.12^{E}	0.21^{D}
	ความยืดหยุ่น (mm)	5.83^{A}	4.79^{Ba}	2.47^{C}	1.84^{E}	2.41^{D}
	ความเหนียว (N)	62.01^{E}	68.11^{Da}	120.15^{B}	88.85^{C}	159.99^{A}
	การเคี้ยว (Nm)	0.37^{B}	0.32^{Ca}	0.31^{D}	0.17^{E}	0.50^{A}
	การเกาะติด (kg_f.mm)	0.02^{E}	0.20^{Da}	2.70^{A}	0.87^{C}	2.05^{B}
อุณหภูมิห้อง	ความแข็ง 1 (N)	122.41	67.32^{b}	พบเชื้อรา	พบเชื้อรา	พบเชื้อรา
	ความแข็ง 2 (N)	87.35	49.38^{b}			
	การเกาะตัวกัน	0.51	0.59^{b}			
	ความยืดหยุ่น (mm)	5.83	4.77^{a}			
	ความเหนียว (N)	62.01	39.5^{b}			
	การเคี้ยว (Nm)	0.37	0.19^{b}			
	การเกาะติด (kg_f.mm)	0.02	0.04^{a}			

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูล คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (^{a,b,c} = การเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องในวันที่ 7 และ ^{A,B,C} = การเปรียบเทียบกันทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9.2 ผลการวิเคราะห์การวัดสี

ผลการทดสอบการวัดสีของเยลลี่ด้วยเครื่องวัดสีของ Hunter Lab โดยนำเยลลี่กัมมี่ไปละลายแล้วบรรจุให้เต็มภาชนะของเครื่องวัดสี ไม่ให้มีแสงลอดผ่านได้ แล้วบันทึกผลค่าลักษณะ L*-a*-b* Chart โดยผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่าเยลลี่ก่อนทำการเก็บรักษาหรือเยลลี่กัมมี่ระยะ 0 วัน มีค่าค่าสว่าง (L*) เท่ากับ 10.72 ค่าแกนสีเขียวจนถึงแกนสีแดง (a*) เท่ากับ 10.52 และค่าแกนสีน้ำเงินจนถึงสีเหลือง (b*) เท่ากับ 13.93 โดยภาพรวมผลิตภัณฑ์มีสีเป็นสีเหลืองอมส้ม เมื่อทำการเก็บรักษาระยะครบ 7 วัน จากการทดสอบวัดสีพบว่าค่าสว่าง (L*) ค่าแกนสีเขียวจนถึงแกนสีแดง และค่าแกนสีน้ำเงินจนถึงสีเหลือง (b*) ทั้งการเก็บเก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ และในระยะเวลาการเก็บรักษาวันที่ 14, 21 และ 30 วัน ไม่มีการเปรียบเทียบระหว่างการเก็บรักษา 2 อุณหภูมิเนื่องจากผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเกิดเชื้อราขึ้นที่ผลิตภัณฑ์ จึงทำการวัดสีของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส ผลแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการวัดสีในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

สี						
อุณหภูมิ	**ตัวแปร**	**ระยะเวลาการจัดเก็บ (วัน)**				
		0	7	14	21	30
4 องศา	L*	10.72	12.94^{Aa}	11.00^{A}	11.75^{A}	13.42^{A}
	a*	10.52	8.64^{Aa}	10.33^{A}	10.92^{A}	10.93^{A}
	b*	13.93	15.04^{Aa}	13.52^{A}	14.04^{A}	16.47^{A}
อุณหภูมิห้อง	L*	10.72	13.69^{a}	พบเชื้อรา	พบเชื้อรา	พบเชื้อรา
	a*	10.52	9.39^{a}			
	b*	13.93	16.53^{a}			

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวคอลัมน์ คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (^{a,b,c} = การเปรียบเทียบกันระหว่างอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องในวันที่ 7 และ ^{A,B,C} = การเปรียบเทียบกันทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส)

พบว่าในระยะวันที่ 14, 21 และ 30 วัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง (L*) ค่าแกนสีเขียวจนถึงแกนสีแดง และค่าแกนสีน้ำเงินจนถึงสีเหลือง (b*) อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งหมายความว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ไม่มีหรือมีการเปลี่ยนแปลงของสีเพียงเล็กน้อยตลอดระยะการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่

4.9.3 ผลการวัดความเป็นกรด-ด่าง

ผลการวัดความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่จากการทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ด้วยวิธี pH Meter โดย pH เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ก่อนทำการเก็บรักษามีค่า pH อยู่ที่ 3.72 เมื่อทำการเก็บรักษาครบระยะ 7 วัน พบว่าที่อุณหภูมิห้องมีค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย คือ 3.73 และในระยะเวลาการเก็บรักษา14 21 และ 30 วัน ที่อุณหภูมิห้องพบเชื้อราในผลิตภัณฑ์จึงหยุดทำการวัด pH และดำเนินการต่อสำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทั้ง 30 วัน พบว่า pH มีการเปลี่ยนแปลงไปมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทุกสัปดาห์ของการเก็บรักษา มีค่าอยู่ที่ 3.76 3.77 3.82 และ 3.84 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการวัดความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่กัมมี่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง

pH					
อุณหภูมิ	**ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)**				
	0	7	14	21	30
4 องศา	3.72^{e}	3.76^{d}	3.77^{c}	3.82^{b}	3.84^{a}
อุณหภูมิห้อง	3.72	3.73	พบเชื้อรา	พบเชื้อรา	พบเชื้อรา

4.9.4 ผลการตรวจวัดจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่

ผลการตรวจวัดจุลินทรีย์จากการทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่าการเก็บรักษาที่อุณภูมิห้องไม่เหมาะสมกับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื่องจากเมื่อถึงการเก็บรักษาครบ 7 วัน พบว่าเยลลี่กัมมี่เกิดการเสียสภาพทางกายภาพไม่อยู่ในสภาพรูปลักษณ์เดิม เกิดการหลอมเหลว มีลักษณะนิ่มและหลอมรวมจับตัวกันเป็นก้อน และเมื่อครบระยะการเก็บรักษา 14 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์มีเชื้อราขึ้นจึงหยุดบันทึกการเก็บรักษา และในเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาไม่พบการขึ้นของเชื้อราจากการมองเห็นด้วยตาเปล่า เมื่อครบระยะการเก็บรักษา 1 เดือน ทำการวัดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเยลลี่กัมมี่ แสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีปริมาณอยู่ที่มากกว่า 250 โคโลนีต่อกรัม พบปริมาณจุลินทรีย์ประเภท Coliform bacteria น้อยกว่า 3 MPN ต่อกรัม ปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN ต่อกรัม ไม่พบ *Salmonella* ssp. ต่อปริมาณ 25 กรัม ปริมาณ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และมีปริมาณยีสต์และรามากกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม โดยมีค่าอยู่ที่ 2.3×10^{2} โคโลนีต่อกรัม (ภาคผนวก ช) ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 520/2547 เรื่องเยลลี่แห้ง ซึ่งระบุไว้ว่าต้องตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^{4}$ โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม มีปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคชนิด *Escherichia coli* เกิน < 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) เรื่องผลิตภัณฑ์กลุ่มแยม เยลลี่และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุปิดสนิท ซึ่งระบุว่าต้องตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มต้องไม่เกิน < 3 MPN ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และผ่านมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 416 พ.ศ. 2563 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งระบุว่าจะต้องตรวจพบ *S. aureus* ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม (โคโลนีต่อกรัม)

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการวัดปริมาณจุลินทรีย์ของเยลลี่กัมมี่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 เดือน

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Aerobic Plate Count	< 250 EAPC	CFU/g
Coliform bacteria	< 3	MPN
Escherichia coli	< 3	MPN
Salmonella spp.	Not Detected	In 25 g
Staphylococcus aureus	< 10	CFU/g
Yeasts and Molds	2.3×10^2	CFU/g

4.10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสความพึงพอใจของผู้บริโภค 30 คน ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

4.10.1 การวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆต่อผลิตภัณฑ์

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 30 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง 3 สูตร ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าความพึงพอใจในการแปรผันปริมาณน้ำตาลมะพร้าวที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 20, 25 และ 30 โดยจะมุ่งเน้นไปที่ความพึงพอใจของความหวานและความชอบโดยรวม พบว่าปริมาณแปรผันน้ำตาลมะพร้าวที่ร้อยละ 25 และ 30 มีความพึงพอใจในความหวานอยู่ที่ 4.03 และ 3.47 และความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.07 และ 3.80 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำตาลมะพร้าวร้อยละ 20 ทั้งในด้านของความหวานและความชอบโดยรวม และเนื่องจากน้ำตาลร้อยละ 25 มีความหวานและความชอบโดยรวมมากที่สุดอยู่ที่ระดับ 4.03 และ 4.07 แปรผลได้ว่า ชอบ ดังตารางที่ 4.8 จึงทำการเลือกสูตรการแปรผันน้ำตาลมะพร้าวที่ร้อยละ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในปริมาณน้ำตาลมะพร้าวที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 20, 25 และ 30 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร

สูตร	ประเด็นด้านการประเมิน							
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	ความหวาน	ความเปรี้ยว	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
a	3.83[b] ±0.83	3.93[a] ±0.69	3.03[a] ±0.72	2.93[b] ±0.79	3.30[a] ±0.95	3.53[a] ±0.79	3.03[b] ±0.96	3.07[b] ±0.69
b	3.97[a] ±0.77	3.87[a] ±0.68	3.27[a] ±0.94	4.03[a] ±0.89	3.53[a] ±1.00	3.93[a] ±0.83	3.53[a] ±0.90	4.07[a] ±0.90
c	3.93[a] ±0.74	3.93[a] ±0.69	3.20[a] ±0.85	3.47[a] ±1.33	3.50[a] ±0.94	3.06[b] ±1.04	3.87[a] ±0.94	3.80[a] ±0.80

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวคอลัมน์ คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

และทำการศึกษาปัจจัยต่อไปคือ ปริมาณซิตริก ที่ร้อยละ 0.8, 1.0 และ 1.2 โดยจะมุ่งเน้นไปที่ความพึงพอใจของความเปรี้ยวและความชอบโดยรวม พบว่าการแปรผันกรดซิตริกที่ร้อยละ 1.0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในด้านความเปรี้ยวและความชอบโดยรวมกับกรดซิตริกที่ร้อยละ 0.8 และ 1.2 ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 4.23 และ 4.5 อยู่ในระดับการแปลผลคือ ชอบ โดยที่กรดซิตริกที่ร้อยละ 0.8 และ 1.2 มีค่าความพึงพอใจด้านความเปรี้ยวอยู่ที่ 3.60 และ 3.03 อยู่ในระดับ ชอบปานกลาง และมีความชอบโดยรวมอยู่ที่ 3.27 และ 3.60 ซึ่งอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในการแปรผันปริมาณกรดซิตริกที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 0.8, 1.0 และ 1.2 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร

สูตร	ประเด็นด้านการประเมิน							
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	ความหวาน	ความเปรี้ยว	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
a	3.66[a] ±0.71	3.93[a] ±0.79	3.37[a] ±0.80	3.53[a] ±0.94	3.60[b] ±0.72	3.27[b] ±0.74	3.43[b] ±0.73	3.27[b] ±0.74
b	3.93[a] ±0.57	4.13[a] ±0.73	3.60[a] ±0.77	3.83[a] ±0.79	4.23[a] ±0.68	4.07[a] ±0.69	4.07[a] ±0.79	4.5[a] ±0.63
c	3.80[a] ±0.73	3.87[a] ±0.82	3.60[a] ±0.77	3.53[a] ±1.04	3.03[c] ±1.16	3.57[b] ±0.94	3.70[ab] ±0.84	3.60[b] ±0.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในการแปรผันปริมาณถั่งเช่าสีทองที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 1, 2 และ 3 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร

สูตร	ประเด็นด้านการประเมิน							
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	ความหวาน	ความเปรี้ยว	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
a	4.20[a] ±0.71	3.97[a] ±1.00	3.43[a] ±0.96	3.63[a] ±1.13	3.97[a] ±0.85	3.83[a] ±1.17	3.80[a] ±0.96	4.03[a] ±1.03
b	3.67[b] ±0.76	3.90[a] ±1.02	3.50[a] ±0.96	3.50[a] ±1.25	3.70[a] ±1.03	3.00[b] ±0.83	3.33[b] ±0.71	3.23[b] ±0.68
c	3.13[c] ±0.90	3.83[a] ±1.05	3.56[a] ±1.11	3.67[a] ±1.27	3.60[a] ±1.02	2.60[b] ±1.00	2.93[b] ±1.01	2.83[b] ±1.02

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวคอลัมน์ คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จึงทำการเลือกสูตรกรดซิตริกร้อยละ 1.2 และทำการทดสอบต่อไปคือ ปริมาณถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 1 2 และ 3 โดยมุ่งเน้นไปที่เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม จากตารางที่ 4.10 พบว่าความพึงพอใจต่อปริมาณถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมกับปริมาณถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 2 และ 3 โดยมีค่าอยู่ที่ 3.80 และ 4.03 ตามลำดับ ความพึงพอใจของเนื้อสัมผัส คือ ชอบปานกลาง และความชอบโดยรวม คือ ชอบ ต่างกับปริมาณถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 2 และ 3 โดยมีค่าความพึงใจด้านเนื้อสัมผัสอยู่ที่ 3.33 และ 2.93 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง และ ไม่ชอบ และความพึงใจความโดยรวมมีค่าอยู่ที่ 3.23 และ 2.83 ซึ่งอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง และ ไม่ชอบ

จึงทำการเลือกสูตรถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 1 และทำการทดสอบสุดท้ายคือ การแปรผันปริมาณผงถั่งเช่าสีทองต่อไอซิ่งที่แตกต่างกัน สูตรที่ 1คือร้อยละ 1 ต่อ 0 (ผงถั่งเช่าอย่างเดียว) สูตรที่ 2 คือ 1 ต่อ 1 (ผงถั่งเช่าสีทองผสมกับไอซิ่ง) และสูตรที่ 3 คือ 0 ต่อ 1 (ไอซิ่งอย่างเดียว) โดยมุ่งเน้นไปที่รสชาติและความชอบโดยรวม พบว่าสูตรที่ 3 การคลุกด้วยไอซิ่งอย่างเดียวให้ความพึงพอใจด้านรสชาติและความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรที่ 2 และ 3 โดยมีค่าความพึงพอใจด้านรสชาติและความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.43 และ 4.40 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับคือ ชอบ ต่างกับสูตรที่ 2 และ 3 โดยมีค่าความพึงพอใจด้านรสชาติอยู่ที่ 3.30 และ 2.23 ตามลำดับ ด้านความชอบโดยรวมอยู่ที่ 3.33 และ 2.30 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง และไม่ชอบ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในการแปรผันปริมาณผงถั่งเช่าสีทองต่อไอซิ่งที่แตกต่างกัน คือร้อยละ 1.0, 1.1 และ 0.1 ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ 3 สูตร

สูตร	ประเด็นด้านการประเมิน							
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	ความหวาน	ความเปรี้ยว	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
a	4.33^{a} ±0.94	4.40^{a} ±0.91	3.10^{a} ±1.09	3.90^{a} ±0.85	3.97^{b} ±0.54	2.23^{c} ±0.57	2.27^{c} ±0.71	2.30^{c} ±0.62
b	4.13^{ab} ±0.80	4.27^{ab} ±0.62	2.87^{a} ±0.96	3.90^{a} ±1.00	4.07^{ab} ±0.58	3.30^{b} ±0.77	3.23^{b} ±0.87	3.33^{b} ±0.79
c	3.87^{b} ±0.78	4.00^{b} ±0.69	3.10^{a} ±0.94	4.20^{a} ±0.92	4.30^{a} ±0.72	4.43^{a} ±0.54	4.10^{a} ±0.50	4.40^{a} ±0.55

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวคอลัมน์ คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4.11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากความพึงพอใจของผู้บริโภค 30 คน ที่มีผลต่อบรรจุภัณฑ์

4.11.1 การวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจด้านต่างๆต่อบรรจุภัณฑ์

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้บริโภค 30 คนที่มีต่อบรรจุภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ทั้ง 3 รูปแบบ ในด้านของตำแหน่งของภาพประกอบ ความน่าสนใจ การสื่อถึงผลิตภัณฑ์ สีของตัวอักษร สีของภาพประกอบ ตำแหน่งของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และความชอบโดยรวม พบว่าบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 3 ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด โดยรายการประเมินทุกรายการได้รับคะแนนสูงสุดทุกด้านและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับรูปแบบบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 และ 1 ในบางรายการ มีค่าความชอบโดยรวมเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.33 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คะแนนเท่ากับ ชอบ โดยที่รูปแบบที่ 1 และ 2 มีค่าความชอบโดยรวมอยู่ที่ 3.63 และ 3.53 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.12 จึงทำการเลือกบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ

ประเด็นด้านการประเมิน	แบบที่		
	1	2	3
ตำแหน่งของภาพประกอบ	$3.60^{ab} \pm 1.07$	$3.70^{b} \pm 1.12$	$4.40^{a} \pm 0.72$
ความน่าสนใจ	$3.80^{b} \pm 0.89$	$3.70^{b} \pm 1.12$	$4.40^{a} \pm 0.72$
สื่อถึงผลิตภัณฑ์	$3.97^{b} \pm 0.93$	$3.83^{b} \pm 0.91$	$4.47^{a} \pm 0.57$
สีตัวอักษร	$3.83^{ab} \pm 0.87$	$3.60^{b} \pm 1.10$	$4.13^{a} \pm 0.90$
สีภาพ	$3.67^{b} \pm 0.88$	$3.50^{b} \pm 0.94$	$4.13^{a} \pm 0.86$
ตำแหน่งตัวอักษรขนาดตัวอักษร	$4.03^{ab} \pm 0.77$	$3.87^{b} \pm 1.04$	$4.37^{a} \pm 0.62$
ขนาดตัวอักษร	$3.73^{ab} \pm 0.98$	$3.53^{b} \pm 1.17$	$4.17^{a} \pm 0.82$
ความชอบโดยรวม	$3.63^{b} \pm 0.81$	$3.53^{b} \pm 1.04$	$4.33^{a} \pm 0.66$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันของข้อมูลในแนวคอลัมน์ คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

รูปที่ 4.3 รูปแบบบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ (ด้านหน้าและด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่ได้และบรรจุภัณฑ์

4.12.1 ผลค่าเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก

เมื่อทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสและหาค่าเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผู้บริโภค 100 คนที่มีต่อเยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก ในด้านของลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดลองพบว่า มี 3 ลักษณะที่โดดเด่นคือ ด้านของสี ความหวาน และความเปรี้ยว โดยมีค่าการยอมรับเฉลี่ยอยู่ที่ 4.59 4.05 และ 4.01 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์คะแนนคือ ชอบ จากความโดดเด่นของสีเหลืองที่ได้จากถั่งเช่าสีทอง และความพอดีกันระหว่างความหวานของน้ำตาลมะพร้าวและกรดซิตริกทำให้คะแนนในด้านต่างๆข้างต้น ค่อนข้างอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพึงพอใจ และในด้านอื่นๆเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากต่ำที่สุด คือ ด้านของกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีคะแนนค่าความยอมรับเฉลี่ยอยู่ที่ 3.10 3.23 และ 3.58 ตามลำดับ โดยอยู่เกณฑ์ความพึงพอใจ คือ ชอบปานกลางในตัวของผลิตภัณฑ์ อาจเกิดจากปัญหาของกลิ่นธรรมชาติที่เกิดจากถั่งเช่าสีทองและรวมถึงสารก่อเจลอย่างตัวเจลาตินและเพคตินที่รวมกัน ทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ยังไม่มีความน่าดึงดูดและให้การยอมรับมากพอ ควรแก้ไขด้วยการเพิ่มกลิ่นตามธรรมชาติหรือกลิ่นสังเคราะห์เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ (อ้างอิงจากคำแนะนำส่วนใหญ่ในประมิน) และเนื้อสัมผัสที่เกิดจากพิวเร่หรือชิ้นส่วนของถั่งเช่าสีทองที่อาจจะมีขนาดใหญ่เกินไป จึงส่งผลต่อการยอมรับเช่นกัน ส่งผลให้ความพึงพอใจโดยรวมในตัวผลิตภัณฑ์ มีค่าอยู่ที่ 3.41 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คะแนน คือ ชอบปานกลาง ดังตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ควรได้รับการแก้ไขเรื่องกลิ่นเป็นหลักและรองลงมา คือขนาดของชิ้นส่วนถั่งเช่าสีทองที่ใส่ลงไปในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.13 ผลค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติกสุดท้าย

สูตร	ประเด็นด้านการประเมิน							
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	ความหวาน	ความเปรี้ยว	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	3.78	4.59	3.10	4.05	4.01	3.23	3.58	3.41

4.12.2 ผลค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในด้านต่างๆต่อบรรจุภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก

เมื่อทำการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค 100 คนที่มีต่อบรรจุภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก ในด้านของตำแหน่งของภาพประกอบ ความน่าสนใจ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อถึงผลิตภัณฑ์ สีของตัวอักษร สีของภาพประกอบ ตำแหน่งของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษร และความชอบโดยรวม พบว่ามีความพึงพอใจในระดับที่ดี โดยมีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.07 เกณฑ์คะแนนสรุปได้ว่า คือ ชอบ โดยค่าเฉลี่ยทุกด้านอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งหมด ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยด้านต่างๆของความพึงพอใจในบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติกสุดท้าย

สูตร	ประเด็นด้านการประเมิน							
	ตำแหน่งของภาพประกอบ	ความน่าสนใจ	สื่อถึงผลิตภัณฑ์	สีตัวอักษร	สีภาพ	ตำแหน่งตัวอักษร	ขนาดตัวอักษร	ความชอบโดยรวม
1	4.23	4.21	4.33	4.47	4.58	4.49	3.50	4.07

ทั้งในด้านของตำแหน่งของภาพประกอบ ความน่าสนใจ การสื่อถึงผลิตภัณฑ์ สีของตัวอักษร สีของภาพประกอบ ตำแหน่งของตัวอักษร โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 4.21 4.33 4.47 4.58 และ 4.49 ตามลำดับ ยกเว้นด้านขนาดของตัวอักษรที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.50 อาจเกิดจากขนาดบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก ทำให้ตัวอักษรมีเล็กลงไปด้วย รูปที่ 4.3 แสดงรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับเลือก

รูปที่ 4.4 รูปแบบบรรจุภัณฑ์ (ด้านหน้าและด้านหลัง)

4.13 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง

ทำการศึกษาต้นทุนของเยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติกที่ผลิตและบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ปริมาตร 30 กรัม โดยคำนวณต้นทุนวัตถุดิบผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ ดังตารางที่ 4.15 และคำนวณต้นทุนบรรจุภัณฑ์ ดังตารางที่ 4.16 และต้นทุนทั้งหมดและราคาจำหน่ายในการผลิตผลิตภัฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทอง ดังตารางที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงราคาวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก

วัตถุดิบ	ปริมาตรสุทธิ (กรัม)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ปริมาณที่ใช้/เยลลี่ 100 กรัม	ต้นทุน (บาท)
ถั่งเช่าสีทองอบแห้ง	100	300	1	3
น้ำตาลมะพร้าว	1000	170	25	4.25
กรดซิตริก	100	39	1	0.39
ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์	1000	355	1	0.335
เพคติน	100	165	2	2.8
เจลาติน	500	330	13	8.58
รวมต้นทุนเยลลี่กัมมี่ 100 กรัม ต่อสูตร				16.36

หมายเหตุ : ราคาวัตถุดิบต่อหน่วยเป็นราคายังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่มและวัตถุดิบแต่ละแหล่งอาจมีราคาที่ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.16 แสดงราคาต้นทุนบรรจุผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบ	ราคา	หมายเหตุ	ปริมาณที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ 1 ลิตร
ขวด PET 150 มิลลิลิตร สีขาว	8.53 (บาท/ กระปุก)	ขนาด 150 มิลลิลิตร	3 กระปุก ในการบรรจุเยลลี่กัมมี่ 100 กรัม
ฝาพลาสติกเกลียว 38 มิลลิเมตร สีขาว	1.32 (บาท/ ใบ)	ขนาด 38 มิลลิเมตร	1 ชิ้น / 1 กระปุก
สติ๊กเกอร์โลโก้ (หน้า-หลัง)	400 (บาท/ แผ่น)	ขนาด 1 ตารางเมตร	2 ชิ้น / 1 กระปุก (1 ตารางเมตร ตัดได้ 200 ชิ้น)
รวมต้นทุนราคาบรรจุภัณฑ์ต่อ 1 กระปุก			30.91 บาท

จากนั้นนำราคารวม 100 กรัม ต่อสูตร เท่ากับ 16.36 รวมกับราคาบรรจุภัณฑ์ที่ได้ทำการออกแบบและสั่งพิมพ์ เท่ากับ 30.91บาทต่อชิ้น รวมต้นทุนราคาวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ เท่ากับ 47.27 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงต้นทุนทั้งหมดและราคาจำหน่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่

ต้นทุน	ราคา (บาท)
วัตถุดิบ	16.36
บรรจุภัณฑ์	30.91
ต้นทุนดำเนินการ (ร้อยละ 15)	7.09
ต้นทุนการตลาด (ร้อยละ 30)	14.18
แรงงานและการขนส่ง (ร้อยละ 20)	9.45
รวมต้นทุนทั้งหมด	77.99
กำไร (ร้อยละ 50 ของต้นทุนทั้งหมด)	39
ราคาขายต่อขนาด 100 กรัม	117

นำต้นทุนราคาวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์รวมเท่ากับ 30.91 บาท บวกเพิ่มด้วยมูลค่าการลงทุนในด้านการตลาดคิดเป็นร้อยละ 30 ของราคาต้นทุนทั้งหมด จะได้เป็น 14.18 บวกเพิ่มด้วยมูลค่าการลงทุนในด้านดำเนินการคิดเป็นร้อยละ 15 ของราคาต้นทุนทั้งหมด จะได้เป็น 7.09 บาท บวกเพิ่มด้วยราคาแรงงานและการขนส่ง โดยคิดเป็นร้อยละ 20 ของราคาต้นทุนทั้งหมด จะได้เป็น 9.45 บาท โดยราคาขายต่อหน่วย สามารถคำนวณได้จากราคาต้นทุนทั้งหมดและกำไรร้อยละ 50 โดยต้นทุนราคาวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ + ต้นทุนการตลาดร้อยละ 30 + ต้นทุนดำเนินการร้อยละ 15 + ต้นทุนแรงงานและการขนส่งร้อยละ 20 และกำไรร้อยละ 50 จะได้ท่ากับ 47.27 + 14.18 + 7.09 + 9.45 + 39 บาท รวมเป็น 117 ต่อเยลลี่ 100 กรัม ซึ่งจะจำหน่าย 1 หน่วยในปริมาณ 30 กรัม ราคาขายจะเท่ากับ 35.1 ดังนั้นหากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมถั่งเช่าสีทองสามารถขายได้ในราคากระปุกละ 35 บาทในปริมาตรสุทธิ 30 กรัม มีปริมาณเยลลี่เท่ากับ 13 เม็ด

จากการสำรวจราคาเยลลี่ที่มีส่วนผสมอื่นๆ จากธรรมชาติ ขนาด 30-55 กรัม จาก 3 แหล่งในท้องตลาด คือ ร้านสะดวกซื้อ (แบรนด์เซเว่น-อีเลเว่น) ห้างสรรพสินค้าชั้นนำ (แบรนด์ท็อปส์) และแอปพลิเคชั่นซื้อของออนไลน์ (แอฟพลิเคชั่นช็อปปี้) พบว่ามีราคาอยู่ในช่วง 20-55 บาท ดังนั้นสามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติกได้ในช่วงราคาตั้งแต่ 25-49 บาท โดยการตั้งราคาให้ตำแหน่งสุดท้ายของราคาควรอยู่ในลักษณะที่ต่ำกว่าราคาเต็มเพียงเล็กน้อยนั้นเป็นกลยุทธ์การตั้งราคาตามหลักจิตวิทยา โดยการตั้งราคาเลขคี่สามารถเพิ่มยอดขายได้มากถึงร้อยละ 8 เมื่อเทียบกับยอดขายของสินค้าที่ราคาเป็นจำนวนเต็ม ถึงแม้ว่าการตั้งราคาด้วยเลขคี่อาจจะทำให้ต้องลดราคาสินค้าลงอย่างน้อยร้อยละ 0.03 ก็ตาม (Schindler and Kibarian, 1996) ดังนั้นเราสามารถขายผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก ปริมาตรสุทธิ 30 กรัม ได้ในช่วงราคา 25-49 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญคอร์ดิเซปินและอะดิโนซีนในเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยใช้เครื่อง HPLC พบปริมาณสารสำคัญสารคอร์ดิเซปิน เท่ากับ 3.8 มิลลิกรัม/กรัม และสารอะดิโนซีน เท่ากับ 1.1 มิลลิกรัม/กรัม และในการวิเคราะห์ผลการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH มีฤทธิ์ในการยับยั้งในความเข้มข้นช่วง 20-160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ร้อยละ 14.43-66.23 มีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ครึ่งหนึ่ง ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สอดคล้องกับผลการยับยั้งอนุมูลอิสระ ABTS ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งในความเข้มข้นช่วง 5-160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ร้อยละ 4.95-72.45 มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.11 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และในการวิเคราะห์ปริมาณพอลิแซคคาไรด์ด้วยวิธีแอนโทรน เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟกลูโคสมาตรฐาน พบว่ามีปริมาณพอลิแซคคาไรด์ในสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง 15.87$\pm$0.062 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในส่วนของการทดสอบความเป็นพรีไบโอติกของฟลุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่เป็นส่วนผสมในเยลลี่กัมมี่ พบว่าฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 สามารถช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของ *L. casei* ได้ มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะเท่ากับ 0.05 ซึ่งมีความใกล้เคียงกับตัวควบคุม คือกลูโคสร้อยละ 1 มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะเท่ากับ 0.6 และในอาหารที่ไม่มีแหล่งคาร์บอนพบว่ามีการเจริญเติบโตของ *L. casei* ที่น้อย มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะเท่ากับ 0.3 และในทดลองเลี้ยงเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียโปรไบโอติกและแบคทีเรียก่อโรคในอาหารเหลว MRS without Glucose ที่เสริมฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ร้อยละ 1 พบว่า *L. casei* สามารถเจริญเติบโตได้ มีอัตราความเร็วในการเจริญเติบโตเฉพาะ เท่ากับ 0.06 และยังแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้ โดย *E. coli* เกิดอัตราความเร็วในการตายเฉพาะเท่ากับ 0.02 และ *S. typhimurium* มีอัตราความเร็วในการตายเฉพาะเท่ากับ 0.03 และ pH ที่ได้จากการเพาะเลี้ยง *L. case* ในอาหารเหลว MRS without Glucose, อาหารเหลว MRS ที่มีกลูโคสร้อยละ 1 และอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ร้อยละ 1 ในช่วงเวลาที่ 0, 24 ,48 และ 72 ชั่วโมงพบว่า pH ในอาหารเหลว MRS without Glucose เท่ากับ 5.65, 5.72, 5.74 และ 5.87 อาหารเหลว MRS ที่มีกลูโคสร้อยละ 1 มีค่า pH เท่ากับ 5.50, 5.31, 5.32 และ 5.45 และอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ร้อยละ 1 มีค่า pH เท่ากับ 5.59, 5.20, 5.24 และ 5.39 ตามลำดับ และอาหารเหลว MRS ที่มีฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ร้อยละ 1 จากการเลี้ยงแบบผสมระหว่างแบคทีเรียโปรไบโอติกและแบคทีเรียก่อโรค มีค่า pH เท่ากับ 5.82, 5.51, 5.75 และ 6.09 และในการผลิตเยลลี่กัมมี่พบว่าปัจจัยในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ถั่งเช่าสีทองโดยปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสมที่สุด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 25 จากการแปรผันปริมาณของน้ำตาลที่ร้อยละ 20, 25 และ 30 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาณของกรดซิตริกที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 1.0 เมื่อทำการแปรผันปริมาณของกรดซิตริกที่ร้อยละ 0.8, 1.0 และ 1.2 ปริมาณของถั่งเช่าสีทองที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) เมื่อทำการแปรผันปริมาณของถั่งเช่าสีทองที่ร้อยละ 1, 2 และ 3 (น้ำหนักต่อปริมาตร) และผงคลุกที่เหมาะสมที่สุด คือ ร้อยละ 0 ต่อ 1 คือ เป็นผงไอซิ่งเพียงอย่างเดียว เมื่อได้ผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้ายนำไปทดสอบเนื้อสัมผัสด้วย Texture anlyzer พบว่ามีค่าความแข็งของเนื้อเยลลี่กัมมี่ 1 และ 2 (การเคี้ยวครั้งที่ 1) และการเคี้ยวครั้งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 282.91 และ 87.34 นิวตัน มีค่าการเกาะตัวกันอยู่ที่ 0.51 มีค่าความยืดหยุ่นอยู่ที่ 5.83 มิลลิเมตร ค่าความเหนียวของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 62.01 นิวตัน ค่าความยากในการเคี้ยว 0.37 นิวตันเมตร และการเกาะติด (การติดเหงือก ฟัน หรือเพดานปาก) เท่ากับ 0.02 มิลลิเมตรกิโลกรัมแรง และทำการวัดสีของเยลลี่กัมมี่ด้วยเครื่องวัดสีของ Hunter Lab ผลค่าลักษณะ L*-a*-b* Chart พบว่าค่า ค่าสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 10.72 สีของผลิตภัณฑ์จึงมีสีไปทางส่างไม่ดำมืด (a*) คือค่าสีแดง เท่ากับ 10.52 ผลิตภัณฑ์จึงมีสีไปทางสีแดง และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 13.93 ผลิตภัณฑ์จึงมีสีไปทางสีเหลือง ทำให้ภาพรวมของผลิตภัณฑ์จึงมีสีเหลืองอมส้ม และเมื่อทำการวัดความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่ด้วยวิธี pH Meter พบว่ามีค่า pH เท่ากับ 3.72 จากนั้นทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสและความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย ผลการทดลองการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์พบว่า 3 ลักษณะที่ดีคือ ด้านของสี ความหวาน และความเปรี้ยว โดยมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ 4.59 4.05 และ 4.01 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์คะแนนที่ดีคือ ชอบ และในด้านอื่นๆเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากต่ำที่สุด คือ ด้านของกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และลักษณะที่ปรากฏ มีคะแนนค่าความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ที่ 3.10 3.23 3.58 3.78 ตามลำดับ ส่งผลให้ความพึงพอใจโดยรวมในตัวผลิตภัณฑ์ มีค่าอยู่ที่ 3.41 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คะแนน คือ ชอบปานกลาง และการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อบรรจุภัณฑ์เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก พบว่ามีความพึงพอใจในระดับที่ดี โดยมีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ที่ 4.07 เกณฑ์คะแนนสรุปได้ว่า คือ ชอบ โดยค่าเฉลี่ยทุกด้านอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งหมด ทั้งในด้านของตำแหน่งของภาพประกอบ ความน่าสนใจ การสื่อถึงผลิตภัณฑ์ สีของตัวอักษร สีของภาพประกอบ ตำแหน่งของตัวอักษร โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 4.21 4.33 4.47 4.58 และ 4.49 ตามลำดับ ยกเว้นด้านขนาดของตัวอักษรที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.50 จากนั้นตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลชีววิทยาเบื้องต้น พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา มีน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่พบ *Salmonella* ssp. ไม่มีการปนเปื้อนหรือมีน้อยของจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดโคลิฟอร์ม, *E. coli* และ *S. aureus* ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 520/2547 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) และจากการศึกษาการเก็บรักษาในระยะ 1 เดือน ที่อุณหภูมิห้องเกิดเชื้อราตั้งแต่วันที่ 14 จึงหยุดการเก็บผลทุกอย่าง และเก็บผลต่อเฉพาะการรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากการตรวจคุณลักษณะทางจุลชีววิทยา พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมีปริมาณมากกว่า 250 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรามีปริมาณ 230 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่พบ *Salmonella* ssp. ไม่มีการปนเปื้อนหรือมีน้อยของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ก่อโรคชนิดโคลิฟอร์ม, *E. coli,* และ *S. aureus* และมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของลักษณะทางกายภาพ โดยค่าความแข็งแรง 1 เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 718.23 นิวตัน ความแข็งแรง 2 อยู่ที่ 379.51 นิวตัน การเกาะตันลดลงเหลือ 0.21 ค่าความยืดหยุ่นลดลงเหลือ 2.41 มิลลิเมตร ค่าความเหนียวเพิ่มขึ้นมีค่าที่ 159.99 นิวตัน การเคี้ยวเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.50 นาโนเมตร และการเกาะติดเพิ่มขึ้นมีค่า 2.05 มิลลิเมตรกิโลกรัมแรง และทำการวัดสีพบว่าค่า ค่าสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 13.42 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 10.93 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 16.47 และเมื่อทำการวัดความเป็นกรด-ด่างด้วย pH Meter มีค่า pH ที่เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 3.84 และจากการตรวจวัดคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่สุดท้าย พบว่ามีปริมาณพลังงานอยู่ที่ 223 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม ไม่พบปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และไขมันคอเลสเตอรอลต่อ 100 กรัม มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 29.1 กรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ที่ 23.7 กรัมต่อ 100 กรัม พบโปรตีน 26.7 กรัม โซเดียม 96 มิลลิกรัม และโพแทสเซียม 44 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณเถ้า 0.39 กรัมต่อ 100 กรัม และมีความความชื้นอยู่ที่ 43.80 กรัมต่อ 100 กรัม และมีค่าแอคทิวิตี้ของน้ำอยู่ที่ 0.94 และเมื่อทำการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ครบ 1 เดือน และทำการตรวจสอบระดับแอคทิวิตี้ของน้ำอีกครั้ง พบว่ามีค่าอยู่ที่ 0.95 เพิ่มขึ้นมาเล็กน้อยและจากการคำนวณต้นทุนทั้งหมดในการผลิตเยลลี่ 100 กรัม มีค่าเท่ากับ 117 บาท ซึ่งสามารถขายได้ในราคากระปุกละ 35 บาทในปริมาตรสุทธิ 30 กรัม มีปริมาณเยลลี่เท่ากับ 13 เม็ด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ทำการทดสอบระยะเวลาในการเก็บรักษาให้ละเอียดขึ้น เพื่อหาวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ที่แน่นอน

5.2.2 พัฒนาต่อยอดในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น การเปลี่ยนวัตถุดิบ การเพิ่มคุณค่าทางอาหารที่เพิ่มขึ้น ความหลากหลายทางรสชาติและกลิ่น เพื่อดึงดูดความน่าสนใจและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น และลดต้นทุนในบางส่วนที่ไม่จำเป็นหรือสามารถลดทอนลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมลทิพย์ เสาร่อน, ไรวินท์ ศรีธวัช และสุภมิต รัตนชัย. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวข้าวลืมผัวผสมธัญพืช. ภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์, ปรัชญา แพมงคล และศศิธร ป้อมเชียงพิณ. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

กรกฎ วัชรกุลปรีชาชาติ. เยลลี่สับปะรดนางแลผสมกากใย. 2547. กรมส่งเสริมการเกษตร 2548. (ออนไลน์) สืบค้นจาก: http://www.doae.go.th/plant/khing.html. (3 ธันวาคม 2566.) กรมวิชาการเกษตร. (2543). เยลลี่มะม่วง. วารสารสถาบันอาหาร. กรุงเทพฯ: 3(14): 41-42.

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 194 เรื่องฉลากอาหาร พ.ศ. 2543. กรุงเทพฯ: สำนักงานกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. กรุงเทพฯ: สำนักงานกระทรวงสาธารณสุข. หน้า 103-107.

เกวลี ปารมีกาศ, จิตนันท์ คำตั้น, จีรภา ใจวัน และพนิดา รัตนปิติกรณ์. 2559. ผลของปริมาณเจลาติน คาราจีแนน คอลลาเจน ที่มีต่อสมบัติการเกิดเจลของผลิตภัณฑ์เยลลี่ฟักข้าวเสริมคอลลาเจน. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร. 11: 1-18.

จันทนี ธีรเวชเจริญชัย, กมลวรรณ แจ้งชัด, อนุวัตร แจ้งชัด, เทพกัญญา หาญศีลวัต และสินีนาถ จริยโชติเลิศ. 2557. ผลของเจลาตินและกลูโคสไซรัปต่อคุณภาพเยลลี่แครอทแผ่น. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑามาศ พีรพัชระ, ชนิดา ประจักษ์จิตร, ศทิญาภัช สุชาเจริญสุข และผุสดีสุชาเจริญสุข. 2554. ความรู้เรื่องเยลลี่. (ออนไลน์) สืบค้นจาก: http://www.clinictech.most.go.th/online/techlist/attachFile/20122141354261.pdf. (4 ธันวาคม 2566.)

จุฑารัตน์ ปรีชาพงษ์, ภาณุวัตน์ เล่งระบำ และสุธาทิตย์ เตาวาน. 2559. สภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเส้นใยและการผลิตพอลิแซคคาไรด์ที่อยู่ภายในเซลล์และที่ปลดปล่อยออกมานอกเซลล์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (Cordyceps militaris) ในสภาวะกึ่งอาหารเหลว. ปริญญาวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เฉลิมขวัญ ดำคำ, และ มัลลิกา ชมนาวัง. 2548. คุณรู้จัก Prebiotics แล้วหรือยัง?. อาหาร. 35(2): 96-101.

ชรินรัตน์ อุดเมืองคำ. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสาหร่ายไก. สารนิพนธ์ กศ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล และคณะ. 2559. บุก – สวก. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาการวิจัยเพื่อการเกษตร (องค์การมหาชน).

ญาดา เอกสุวรรณ, พนิดา หลำบางช้าง, จุฑามาศ สุทธิรักษ์ และอินทิรา ลิจันทร์พร. 2555. ผลของคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่ลองกอง. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ณัชชากร วรสาร, ดร.นภภัค ใจภักดี, และดร.เอกพล ลิ้มพงษา. 2560. การเตรียมและประเมินผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ที่มีส่วนผสมของกลูโคแมนแนน. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ความงามและสุขภาพคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ณัฐสุดา ดีสวน, ปฏิภาณ รักษาราชและภานุวัฒน์ จริตโสภา. 2562. การผลิตสบู่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและน้ำผึ้งซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณิชาภัทร และสมบูรณ์. 2556. สมบัติของเจลผสมระหว่างวุ้นกับเจลาตินปลา. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ตันติกร เติมแก้ว. 2563. การผลิตไข่มุกป้อปที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)ด้วยเทคนิครีเวิร์สสเฟียริฟิเคชั่น. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี ชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธนัฐฐา กาญจนวาหะ. 2559. เยลลี่สมุนไพรสอดไส้ผลไม้ (Jelly herbs filled fruits). สาขาการโรงแรมและการท่องเที่ยว คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.

ธัญญา ทะพิงค์แก. 2555. เพาะเห็ดถั่งเช่าเพื่อเป็นยานวัตกรรมการเพาะเห็ดเพื่อสุขภาพ. เกษตรกรรมธรรมชาติ. 10: 35-40.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธัญญา ทะพิงค์แก และธวัช ทะพิงค์แก. 2555. เห็ดถั่งเช่าสีทอง (Chinese golden grass: *Cordyceps militaris*). ในเห็ดไทย 2555. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. หน้า 48-51.

ธัญญา ทะพิงค์แก. 2559. การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด เฟรม-อัพ ดีไซน์.

ธัญญา ทะพิงค์แก. 2560. สรรพคุณของอะดีโนซีน (Adenosine) ในเห็ดถั่งเช่า. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : https://www.facebook.com (1 กรกฎาคม 2567).

ธีรวรรณ สุวรรณ์, ปรัชสิญา นราฐปนนท์, อภิญญา เอี่ยมสุวรรณ, วรเมษฐ พงศ์พัฒนพาณิชย์ และปิยะรัตน์ กุลเมธี. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์คาราจีแนนเยลลี่รางจืด. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 28 (2): 403-411.

นัทธมน อินทร์เขียว และปาริฉัตร อิธรรมะ. 2558. การสกัดเพคตินจากเปลือกกาแฟ. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันทิยา พนมจันทร์, เสาวคนธ์ จันทร์ดา, และวราภรณ์ เพชรแก้ว. 2561. ลักษณะคุณภาพของเมล็ดและโครงสร้างของส่วนสะสมอาหารในข้าวพันธุ์สังข์หยดเมล็ดขุ่นและใส. สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ.

นิลาวัลย์ สุระป้อง และประไพรัตน์ สีพลไกร. 2561. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเชื้อรา Cordycep ที่เก็บในประเทศไทย (Bioactive compounds from Cordyceps fungi collected in Thailand). ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ปฐมาวรรณ ฉิมมา. 2562. คู่มือการใช้เห็ดถั่งเช่าสีทองในการรักษาสุขภาพ. คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล.

ปาริฉัตร หงสประภาส. 2545. เคมีกายภาพของอาหารคอลลอยด์ อิมัลชัน และเจล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปาริชาติ ราชมณี, อุดมศักดิ์ สีหาบันดิษ, สุลัยภรณ์ โฮมละคร, บุศรินทร์เลไลคำ, ศนันธร พิชัย และวญานิศา โพธิ์รัตน์โส. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่. สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี การเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ปิติพร ฤทธิเรืองเดช และปิยฉัตร โชคเฉลิมวงศ์. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑกัมมี่เยลลี่จากแก้วมังกรสีแดง. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พจนี อุปโภชน์. (2547). การพัฒนาเจลลี่เจลาตินผสมชาเขียว. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พนิดา กุลประสูติดิลก. 2548. วิธีต้านอนุมูลอิสระในตัวคุณ. กรุงเทพฯ: สุขภาพใจ.

พัชราพรรณ คำเมืองสา, ปัจฉิมา สิทธิสาร, ปิยะนุช ศรชัย, อรทัย จินตสถาพร และศศิธร นาคทอง. 2559. การใช้น้ำสกัดจากฐานเห็ดถั่งเช่าสีทองในโยเกิร์ตนมแพะต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 8-9 ธันวาคม 2559. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. สารสเตอรอล (sterol). Food network solution. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/5875/sterol (3 ธันวาคม 2566.)

พีระศักดิ์ ฉายประสาทและคณะ. 2561. การวิจัยและพัฒนาเห็ดถั่งเช่าสีทองเชิงพาณิชย์. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เพคติน (Pectin) ประโยชน์และสรรพคุณเพคติน. 2566. (ออนไลน์). วันที่สืบค้นข้อมูล : 5 มิถุนายน 2566. จาก : https://www.siamchemi.com/ เพคติน/. (5 มิถุนายน 2566.)

ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ, ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และพยุงศักดิ์ มะโนชัย. 2548. ผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเกี๋ยง. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ภาสุรี ฤทธิเลิศ, และกมลวรรณ วารินทร์. 2562. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาสมะนาวโห่. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

มณจันทร์ เมฆธน. 2558. ถั่งเช่าม.เกษตรศาสตร์ สารสำคัญในการช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็ง. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัยเกษตรศาสตร์.

มลธิรา ศรีถาวร, พุทธวรรณ วาตะ,จิระดา พรมลา และสาครชิน-วงค์. 2562. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Science and Teachnology Silpakorn University. 6(5): 33-47.

ยุวดี ขุนภักดี, วรินทร กาวี, รสสุคนธ์ วุทธิกูล, นพดล โพชกำเนิด และณรงค์ สุนทรอภิรักษ์. 2555. เยลลี่คาราจีแนนผสมเนื้อลูกจากเพื่อชุมชน. สาขาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัฐพล ศรประเสริฐ, สยาม อรุณศรีมรกต และอนงคณ์ หัมพานนท์. 2557. การเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (Cordyceps militaris (L.) Link) ด้วยเมล็ดพืชและแมลง. สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ. หน้า 7-8.

รัตนะ ยศเมธากุล1 และณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา. 2561. การผลิตสารคอร์ไดเซปินและอะดีโนซีนในเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งธัญพืช. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์. (2539). การพัฒนาเยลลี่ผลไม้เสริมใยอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย.

วารุณี บวรรัตโตภาค. (2545). การรวบรวมและเพาะเลี้ยง Cordyceps sp. จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาสัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. หน้า 88.

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, สันทัด วิเชียรโชติ และอุดมลักษณ์ สุขอัตตะ. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจากผลไม้ไทยที่มีองค์ประกอบของสารพรีไบโอติกโดยใช้เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิภาพร สกุลครู. (2547). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วง. ปริญญานิพนธ์วท.ม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศศิธร สิทธิเนตร และสุนิสา เครือจุ้ย. 2545. เยลลี่ใบเตยเสริมว่านหางจระเข้. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

ศิมาภรณ์ มีแสง, ไพศาล วุฒิจำนง, รุ่งนภา พงศ์สวัสดิมานิต และสุมนรัตน์ ชื่นพุฒิ. 2546. ผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และกรดซิตริก ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง. 2545. มะเกี๋ยงพืชในโครงการอนุรักษ์. สถาบันวิจัยและฝึกอบรบการเกษตรลำปาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตลำปาง, ลำปาง. หน้า 100.

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร. 2557. วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่ 2. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข อ.เมือง จ.นนทบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุพจน์ นวลละออง. 2552. การสกัดสารพไบโอติกส์จากพืชเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2562. แนวทางการพิจารณาอนุญาตถั่งเช่าสีทองเป็นอาหารหรือส่วนประกอบในอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่อ่อน. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่แห้ง. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่และมาร์มาเลด.กรุงเทพฯ : วารสารสถาบันอาหาร. 118: 103-105.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

สุกัญญา เขียวสะอาด, สรัญญา ชวนพงษ์พานิช และอัศวิน ดาดูเคล. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่จากสารสกัดดอกบุนนาค. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ 50000.

สุกัลญา หลีแจ้, นาซนีน บากาสะแต,วริยา อินตะมนต์,ชณิสา ก่อกิจ-ไพศาล, ธีรทัศน์ สุดสาย และอัมพรรัตน์ ประไพวงศ์ 2558. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงบนข้าวไรซ์เบอรี่และข้าวหอมมะลิ. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2558. หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก มหาวิทยาลัยรังสิต.

สุพัตรา ปรสุพัฒนา. 2553. สารต้านอนุมูลอิสระ. การประชุมฝึกอบรมปฏิบัติการสารต้นอนุมูลอิสระ ครั้งที่ 2. ขอนแก่น : ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 45-48.

องอาจ เด็ดดวง. 2553. การเปรียบเทียบเพคตินสกัดจากฝรั่งสามชนิดกับเพคตินมาตรฐาน. สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2541. เยลลี่แป้งบุกผสมน้ำส้ม : การผลิตและการทดแทนน้ำตาลด้วยอะเซซัลเฟม-เค. อาหาร. หน้า 274-282.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อริสา ชื่นธนวุฒิ และอัญชิสา เหมือนคิดโค. (2560). ผลของสารควบคุมความเป็นกรดและสารให้ความหวานต่อคุณภาพของขนมเยลลี่เจลาติน. ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อัจฉรา เที่ยมภักดี. 2549. ผลของพีเอช เจลาติน น้ำตาลและน้ำผลไม้ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของกัมมี่เยลลี่. ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร). เชียงใหม่:บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2556. เห็ดถั่งเช่าสีทอง (Cordyceps Militaris). (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http: //www.greenclinic.in.th/cordyceps.html. (1 กรกฎาคม 2567.)

อุมาพร อุประ. 2556. การพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ลำไย เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เอนก หาลี และบุณยกฤต รัตนพันธุ์. 2560. การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจากพืชผักสมุนไพรพื้นบ้าน 15 ชนิด. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ, 40(2): 283-29.

Al-Tamimi, M. A. H. M., Palframan, R. J. Cooper, J. M., Gibson, G.R. and Rastall, R. A. 2006. In vitro fermentation of sugar beet arabinan and arabino-oligosaccharides by the human gut microflora. Journal of Applied Microbiology. 100: 407-414.

Alberto Leyva, Anelis Quintana, Meily Sánchez, Elias N Rodríguez, José Cremata, Julio C Sánchez. 2008. Rapid and sensitive anthrone–sulfuric acid assay in microplate format to quantify carbohydrate in biopharmaceutical products: Method development and validation. Biologicals. 36(2): 134-141.

Alessandro Castorina. 2015. Chemical structure of caffeine and adenosine. University of Technology Sydney, School of Life Sciences.

Aragon-Alegro, L.C., Alegro, J.H.A, Cardarelli, H.R., Chiu, M.C. and Saad, S.M.I. 2007. Potentially probiotic and symbiotic chocolate mousse. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 40: 669-675.

Avallone, P.R.; Romano, M.; Sarrica, A.; Delmonte, M.; Pasquino, R.; Grizzuti, N. 2022. Effect of Sugars on Gelation Kinetics of Gelatin Gels. Fluids. 7: 163.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bacteriological Analytical Manual Online, 2002. Chapter 12: *Staphylococcus aureus*. USFDA.

Bacteriological Analytical Manual Online, 2002. Chapter 4 Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. USFDA. p. 10.

Benkeblia and Noureddine. (2017). Polysaccharides: Natural Fibers in Food and Nutrition. Boca Raton, Florida, United States: CRC Press, Taylor & Francis Group. p. 208–209.

Benzie, I., and Strain, J. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods in Enzymology. 299: 15-27.

Bhandari, A.K., Negi, J.S.,Bisht, V.K.,Rana, C.S.,Bharti, M.K.,&Sing, N. (2010). Chemical constituent, inorganic element and properties of *Cordyceps militaris* a review. Nature and Science. 8(9): 253-256.

Bourhnik, Y., Vahedi, K., Achour, L., Attar, A., Salfati, J., Pochart, P., Marteau, P., Bornet, F., and Rambaud, J. 1998. Short-chain fructo-oligosaccharide administration dosedependentlyincreases fecal bifidobacteria in healty human. Journal of Nutrition. 129:113-116.

Chen X, Wu G and Huang Z. 2013. Structural analysis and antioxidant activities of polysaccharides from cultured Cordyceps militaris. International Journal of Biological Macromolecules. 58: 18-22.

Chonan, O., Matsumoto, K. and Watanuki, M. 1995. Effect of galactooligosaccharides on calcium absorption and preventing bone loss in ovariectomized rats. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 59: 236-239.

Chun-Ying Wu, Yi-Ju Chen, Hsiu J Ho, Yao-Chun Hsu, Ken N Kuo, Ming-Shiang Wu and Jaw-Town Lin. 2012. Association Between Nucleoside Analogues and Risk of Hepatitis B Virus–Related Hepatocellular Carcinoma Recurrence Following Liver Resection. School of Medicine, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cole, C.G.B. 2000. Gelatin. In F. J. Francis (Ed.), Encyclopedia of Food Science and Technology, Wiley: USA. p. 1183-1188.

Cunningham K.G., Hutchinson S.A., Manson W. and Spring F.S. 1951. Cordycepin, a meta-bolic product of Cordyceps militaris (Linn.) Link. Part I. Isolation and characterisation. Journal of the Chemical Society. 508: 2299-2300.

Cunningham, K.G,, Manson, W., Spring, F.S. and Hutchinson, S.A. 1950. Cordycepin, a metabolic product isolated from cultures of *Cordyceps militaris* (Linn.) Link. Nature. 166: 949.

Chunmei Gu, Debin Zhang, Wenjiao Zhai, Huipeng Zhang, Sida Wang, Siyao Lv, Yunxiang Bao, Dengzhao Zhu, Shangcai Feng, Shaofen Guo, Zhen Wang. 2022. Research progress on Cordyceps militaris polysaccharides. Food Bioscience. 45: 101503.

Das, S.K., Masuda, M., Sakurai, A. and Sakakibara, M. 2010. Medicinal uses of the mushroom *Cordyceps militaris*: Fitoterapia. 81(8): 961-968.

Dorna Davani-Davari, Manica Negahdaripour, Iman Karimzadeh, Mostafa Seifan, Milad Mohkam, Seyed Jalil Masoumi, Aydin Berenjian, and Younes Ghasemi. 2019. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. Foods. 8(3): 92.

Dreywood R. 1946. Qualitative test for carbohydrate material. Industrial and Engineering Chemistry-ANALYTICAL EDITION. 18: 499.

Evageliou V., Richardson R.K., Morris E.R. 2000. Effect of pH, sugar type and thermal annealing on high-methoxy pectin gels. Carbohydrate Polymers. 42(3): 245-259.

Fooks, L.J., Fuller, R., and Gibson, G.R. 1999. Prebiotics, Probiotics and human gut microbiology. International Dairy Journal. 9: 53-61.

George, T., Macfarlane, G.T. and Cummings, J.H. 1999. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health. British Medical Journal. 318: 999-1003.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gibson, G.R., and Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of probiotics. The Journal of Nutrition. 125: 1401-1412.

Gibson, G.R., Probert, H.M., Van Loo, J. A.E., Rastall, R.A., & Roberfroid, M.B. 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. Nutrition Research Reviews. 17: 259-275.

Gomez-Guille, M.C., Turnay, J., Fernandez-Diaz, M.D., Ulmo, N., Lizarbe, M.A. and Montero, P. 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. Food Hydrocolloids. 16: 25-34.

Gu, X.Y., Wang, Z.S., Li, S.X. and Yuan Q.S. 2007. Effect of multiple factors on accumulation of nucleosides and bases in *Cordyceps militaris*. Food Chemistry. 102(40): 1304-1309.

Halliwell B. 1991. Drug antioxidant effects. A basis for drug selection. National library of medicine. 42(4): 569-605.

Hardeep S. Tuli, Sardul S. Sandhu, and Sharma A.K. 2014. Pharmacological and therapeutic potential of *Cordyceps* with special reference to Cordycepin. 3 Biotech. 4(1): 1–12.

Hobbs, C.H. 1995. Medicinal Mushrooms: An Exploration of Tradition, Healing, and Culture, 2nd Ed:; Botanica Press, Inc.: Santa Cruz, CA, USA.

Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M.R., Yarmand, M.S. and Razavi, S.H. 2008. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of symbiotic ice cream. Food Chemistry. 111: 50-55.

Hsu, P.Y., Lin Y.H., Yeh E.L., Lo H.C., Hsu T.H., Su C.C. 2017. Cordycepin and a preparation from *Cordyceps militaris* inhibit malignant transformation and proliferation by decreasing EGFR and IL-17RA signaling in a murine oral cancer model. Oncotarget. 8(55): 93712–93728.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hugehes, H. and Rowland, I.R. 2001. Stimulation of apoptosis by two prebiotic chicory fructants in the rat colon. Carcinogenesis. 22: 43-47.

Hui-Chen Lo, Chienyan Hsieh, Fang-Yi Lin and Tai-Hao Hsu. 2013. A Systematic Review of the Mysterious Caterpillar Fungus Ophiocordyceps sinensis in DongChongXiaCao and Related Bioactive Ingredients. Journal of Traditional and Complementary Medicine. 3(1): 16-32.

Hyuk-Woo Kwon and Dong-Ha Lee. 2017. The Inhibitory Effects of Cordycepin on Phosphoproteins including PI3K, Akt, and p38. The Korean Journal of Clinical Laboratory Science. 49: 99-107.

Ito, M., Deguchi, Y., Miyamori, A., Matsumoto, K., Kikuchi, H., Kobayashi, Y., Yajima, T. and Kan, A. 1990. Effects of administration of galactooligosaccharides on the human fecal microflora, stool weight and abdominal sensation. Microbial Ecology in Health and Disease. 3: 285-292.

Jesper Harholt, Anongpat Suttangkakul, Henrik Vibe Scheller. 2010. Biosynthesis of Pectin. Plant Physiology. 153(2): 384–395.

Jungwon Choi, Leo Adrianne Paje, Baekjun Kwon, Jaekyu Noh Sanghyun Lee. 2021. Quantitative analysis of cordycepin in *Cordyceps militaris* under different extraction methods. Journal of Applied Biological Chemistry. 64(2): 153–158.

Karim, A.A. and Rajeev, B. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. Food Hydrocolloids. 23: 563-576.

Kawaze, K.,, Suzuki, T., Kiyosawa, I., Okongi, S., Kawashima, T. and Kuboyama, M. 1981. Effects on composition of infant formulas on the intestinal microflora of infants. Bifidobacteria microflora. 2: 25-31.

Kiho, T., Yamane, A., Hui, J., Usui, S., & Ukai, S. 1996. Polysaccharide in fungi. Hypoglycemic activity of a polysaccharide (CS-F 30) from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver. Biology and Pharmaceutical Bulletin. 19: 294-296.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim, H.S., & Kang, J.S. 2010. Cordlan Polysaccharide isolated from mushroom Cordyceps militaris induce dendritic cell maturation through toll-like receptor 4 signalings. Food and Chemical Toxicology. 48: 1926-1933.

Kodama Eiichi N. Ronald P. McCaffrey, Keisuke Yusa and Hiroaki Mitsuyo. 2000. Antileukemic activity and mechanism of action of cordycepin against terminal deoxynucleotidyl transferase positive (TdT^+) leukemic cells. Biochemical Pharmacology. 59(3): 273-281.

Kolida, S., Tuohy, K. and Gibson, G.R. 2000. The human gut flora in nutrition and approaches for its dietary modulation. Nutrition Bulletin. 25: 223-231.

Kolida, S., Tuohy, K., & Gibson, G.R. 2002. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition. 87(2): 193-197.

Laura Fuhrmann, Wilfried Vahjen, Jürgen Zentek, Ronald Günther and Eva-Maria Saliu. 2022. The Impact of Pre- and Probiotic Product Combinations on Ex vivo Growth of Avian Pathogenic *Escherichia coli* and *Salmonella Enteritidis*. Microorganisms. 10(1): 121.

Laura L DeMars and Gregory R Ziegler. 2001. Texture and structure of gelatin/pectin -based gummy confections. Food Hydrocolloids. 15: 643-653.

Laurentin, A., Edwards, C.A. 2004. Differential fermentation of glucose-based carbohydrates in vitro by human faecal bacteria. European Journal of Nutrition. 43: 183–189.

Lee, Dong-Ha. 2017. Inhibitory Effects of Cordycepin on Platelet Activation via Regulation of Cyclic Adenosine Monophosphate-downstream Pathway. Biomedical Science Letters. 23(3): 251-260.

Lee, H.J., Burger Vogel, P.M., Friese, K.,&Bruning, A. 2012. The nucleoside antagonist cordycepin causes DNA double strand breaks in breast cancer cells. Invest New Drugs. 30: 1917–1925.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lee, KH., Susan L.Morris-Natschke, Xiaoming Yang, Rong Huang, Ting Zhou, Shou-Fang Wu, QianShi and Hideji Itokawa. 2012. Recent progress of research on medicinal mushrooms, foods, and other herbal products used in traditional Chinese medicine. Journal of Traditional and Complementary Medicine. 2(2): 1-12.

Li, J., Guan M. and Li Y. 2015. Effects of Cooking on the Contents of Adenosine and Cordycepin in *Cordyceps Militaris*. Procedia Engineering. 102: 485-491.

Lin, R., Liu, H., and Wu., S. (2012). Production and in vitro antioxidant activity of exopolysaccharide by a mutant, Cordyceps militaris. International Journal of Biological Macromolecules. 51: 53-157.

Lin, S., Zhi-Qiang Liu, Ya-Ping Xue, Peter James Baker, Hui Wu, Feng Xu, Yi Teng, Mgavi Elombe Brathwaite and Yu-Guo Zheng. 2016. Biosynthetic Pathway Analysis for Improving the Cordycepin and Cordycepic Acid Production in *Hirsutella sinensis*. Applied Biochemistry and Biotechnology. 179: 633–649

Ling Liu, Yun Jing , Ailing Guo, Xiaojing Li, Qun Li, Wukang Liu and Xinshuai Zhang. 2022. Biosynthesis of Platinum Nanoparticles with Cordyceps Flower Extract: Characterization, Antioxidant Activity and Antibacterial Activity. Nanomaterials. 12(11): 1904.

Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L. and Randall R.J. 1951. Protein measurement with the Folic phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193: 265-275.

Manning, T.S. and Gibson, G.R. 2004. Prebiotics. Best Practice and Research Clinical Gastroenterology. 18: 287-298.

Marangoni, F., and Poli, A. 2010. Phytosterols and cardiovascular health. Pharmaceutical Research. 61: 193-199.

Martinez-Villaluenga, C. and Gomez, R. 2007 Characterization of bifidobacteria as starter in fermented milk containing raffinose family of oligosaccharides from lupin as prebiotic. International Dairy Journal. 17: 116-122.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mazza, G. 1998. Vegetables Rich in Nondigestible Oligosaccharide. In Functional Foods: Biochemical & Processing Aspects. Technomic Publishing Company: Pennsylvania. 26: 215-220.

Office of Rice Research and Development, Rice department. 2015. Rice Knowledge. (Online) Available: http://www.brrd.in.th/rkb2/postharvest/index.php-file=content.php&id=6.html (June 1, 2023).

Pang Z., Deeth H., Sopade P., Sharma R., Bansal N. 2014. Rheology, texture and microstructure of gelatin gels with and without milk proteins. Food Hydrocoll. 35: 484–493.

Parcell A.C., Smith J.M., Schulthies S.S., Myrer J.W. and Fellingham G. 2004. Cordyceps sinensis (CordyMax Cs-4) supplementation does not improve endurance exercise performance. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 14: 236-242.

Paul, B. 1997. Effect of the in vitro fermentation of oligofructose and inulin by bacteria growing in the human large intestine. Journal of Applied Microbiology. 75(4): 373-80.

Piculell, L., 1995. Chapter 8: Gelling Carrageenans, In Stephen, A.M. (Ed.), Food Polysaccharides and Their Applications, Marcel Dekker, Inc., New York, p. 205-244.

Rolin, C. 1993. Pectin. In: Whistler, R.L., Bemiller, J.N. (Eds.), Industrial Gums: Polysaccharides and their Derivatives. Academic Press, New York, p. 257–293.

Romina Pedreschi, David Campos, Giuliana Noratto, Rosana Chirinos and Luis Cisneros-Zevallos. 2003. Andean yacon root (Smallanthus sonchifolius Poepp. Endl) fructooligosaccharides as a potential novel source of prebiotics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51(18): 5278-84.

Rycroft. C.E., Rastall, R.A. and Gibson, G.R. 2001. The role of prebiotics in human gut microbiology: prebiotic oligosaccharides. In Van Broekhoven, A. (Ed.), Novel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

frontiers in the production of compounds for biomedical use. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p. 411-428,

Saito, Y., Takano, T. and Rowland, I. 1992. Effects of soybean oligosaccharides on the human gut microflora in in vitro culture. Microbial Ecology in Health Disease. 5: 105-110.

Samakradhamrongthai R.S., Jannu T. 2021. Effect of stevia, xylitol, and corn syrup in the development of velvet tamarind (Dialium indum L.) chewy candy. Food Chemistry. 352(1): 129353.

Schindler, R.M., Kibarian, T.M. 1996. Increased consumer sales response through use of 99-ending prices. Journal of Retailing. 72(2) : 187–199.

Schrieber, R. and Gareis, H. 2007. Gelatine Handbook. (Online) Available: http:// www.proagar.cl/espanol/Agar-Agar_English.html (June 1, 2023).

Simon R.J. Maxwell. 1995. Prospects for the Use of Antioxidant Therapies. Drugs. 49: 345–361.

Stick, Robert V., Williams, Spencer J. 2009. Carbohydrates: The Essential Molecules of Life. Oxford, United Kingdom: Elsevier. p. 329–330.

Sun M.S., Jin H., Sun X., Huang S., Zhang F.L., Guo Z.N., Yang Y. 2018. Free radical damage in ischemia-reperfusion injury: an obstacle in acute ischemic stroke after revascularization therapy. Oxidative medicine and cellular longevity. 31: 3804979.

Tuli, H.S. Sandhu, S.S. and Sharma, A.K. 2014. Pharmacological and therapeutic potential of *Cordyceps* with special reference to Cordycepin. 3 Biotech. 4: 1–12.

Tzortzis, G., Baillon, M.L. A, Gibson, G.R. and Rastall, R.A. 2004. Modulation of anti-pathogenic activity in canine-derived *Lactobacillus* species by carbohydrate growth substrate. Journal of Applied Microbiology. 96: 552-559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Urai M., Anzai H., Ogihara J., Iwabuchi N., Harayama S., Sunairi M., Nakajima M. 2006. Structural analysis of an extracellular polysaccharide produced by *Rhodococcus rhodochrous* strain S-2. Carbohydrate Research. 341(6): 766-775.

Van den Heuvel EG, Schaafsma G, Muys T and van Dokkum W. 1998. Nondigestible oligosaccharides do not interfere with calcium and nonhemeiron absorption in young, healthy men. The American Journal of Clinical Nutrition. 67(3): 445-451.

Van Hoed, V., Depaemelaere, G., Ayala, J.V., Santiwattana, P., Verhe, R., and De Greyt, W. 2006. Influence of chemical refining on the major and minor components of rice bran oil. Journal of the American Oil Chemists' Society. 83(4): 315-321.

Wang, H.L. and Hesseltine C.W. 1965. Studies on the extracellular proteolytic enzymes of Rhizopus oligosporus. Canadian Journal of Microbiology. 11: 727-732.

Wasser, S., 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. Applied Microbiology and Biotechnology. 60: 258–274.

Werner E.G. Müller, Rudolf K. Zahn, Rudolf Beyer and Dietrich Falke. 1997. 9-β-d-Arabinofuranosyl Adenine as a tool to study herpes simplex virus DNA replication in vitro. Virology. 76(2): 787-796.

Winkler D. 2008. Yartsa Gunbu (Cordyceps sinensis) and the Fungal Commodification of Tibet's Rural Economy. Economic Botany. 62(3): 291-305.

Winkler D. 2010. *Cordyceps sinensis*. A precious parasitic fungus infecting Tibet. Field mycology. p. 60- 67.

Wiwatpanich, K., 1999. Insect food in the future. Thai Traditional Medicine Institute Department of Medicine Ministry of Public Health. The Veterans Administration Bangkok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wongputtisin, P. 2003. Selection of oligosaccharides from some local plant utilizing as prebiotics. M.S. Thesis Chiang Mai University: Chiang Mai.

Wu W.C., Hsiao J.R., Lian Y.Y., Lin C.Y. and Huang B.M. 2007. The apoptotic effect of cordycepin on human OEC-M1 oral cancer cell line. Cancer Chemother Pharmacal. 60: 103–111.

Xiaoli, X., Liyi, Y., Shuang, H., Wei. Li., Yi, S., Hao, M., Jusong, Z. Xiaoxiong, Z. 2008. Determinalion of oligosaccharide contents in 19 cultivars of chickpea (Cicer arietinum L) seeds by high performance liquid chromatography. Food Chemistry. 111: 215-219.

Yanahira, S., Morita, M., Aoe, S., Suguri, T., Takada, Y., Miura, S. and Nakajima, I. 1997. Effects of lactitol-oligosaccharides on calcium and magnesium absorption in rats. Journal of Nutritional Science of Vitaminology (Tokyo). 43: 123–132.

Yang Zhou, Daniel J. Schneider and Michael R. Blackburn. 2007. Adenosine signaling and the regulation of chronic lung disease. Pharmacology & Therapeutics. 123(1): 105-116.

Yu R., Song L., Zhao Y., Bin W., Wang L., Zhang H., Wu Y., Ye W., Yao X. 2004. Isolation and biological properties of polysaccharide CPS-1 from cultured Cordyceps militaris. Fitoterapia. 75(5): 465-472.

Yu R.M., Yang W., Song L.Y., Yan C.Y., Zhang Z. and Zhao Y. 2007. Structural characterization and antioxidant activity of a polysaccharide from the fruiting bodies of cultured Cordyceps militaris. Carbohydrate Polymers. 70(4): 430-436.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. การเตรียมอาหารแข็งเลี้ยงเชื้อสูตร Potato Dextrose Agar (PDA)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของสูตรอาหารแข็ง Potato Dextrose Agar (PDA) เตรียม 1000 มิลลิลิตร

องค์ประกอบอาหาร	ปริมาตร (กรัมต่อลิตร)
มันฝรั่งปอกเปลือกและหั่น	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
น้ำตาลกลูโคส	20 กรัม
ผงวุ้น	20 กรัม
ยีสต์สกัด	10 กรัม
เปปโตน	10 กรัม

ต้มมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนเป็นเวลา 20 นาที ในน้ำกลั่น จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนใส เติมน้ำตาลกลูโคส ยีสต์สกัด เปปโตนและผงวุ้น คนเข้าให้กัน ทำการปรับปริมาตรจนครบ 1,000 มิลลิลิตร ใส่ขวด Duran แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมอาหารเหลวเลี้ยงเชื้อสูตร Potato Dextrose Broth (PDB)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของสูตรอาหารเหลว Potato Dextrose Broth (PDB) เตรียม 1000 มิลลิลิตร

องค์ประกอบอาหาร	ปริมาตร (กรัมต่อลิตร)
มันฝรั่งปอกเปลือกและหั่น	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
น้ำตาลกลูโคส	20 กรัม
ยีสต์สกัด	10 กรัม
เปปโตน	10 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้มมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนเป็นเวลา 20 นาที ในน้ำกลั่น จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนใส เติมน้ำตาลกลูโคส ยีสต์สกัด และเปปโตน คนให้เข้ากัน ทำการปรับปริมาตรจนครบ 1,000 มิลลิลิตร ใส่ฟลาสก์ แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีข้าวสังข์หยดเป็นแหล่งคาร์บอน

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของสูตรอาหารแข็งที่มีสังข์หยดเป็นแหล่งคาร์บอน เตรียม 1000 มิลลิลิตร

องค์ประกอบอาหาร	ปริมาตร (กรัมต่อลิตร)
มันฝรั่งปอกเปลือกและหั่น	200 กรัม
ข้าวโพดอ่อน	50 กรัม
ไข่ไก่	50 กรัม
หนอน	40 กรัม
น้ำตาลกลูโคส	20 กรัม

ต้มมันฝรั่งและข้าวโพดอ่อนเป็นเวลา 20 นาที ในน้ำกลั่น จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนใส เติมน้ำตาลกลูโคส เติมไข่ไก่ และหนอนปั่นด้วยเครื่องปั่น (กรองเอาแต่ส่วนของเหลว) ผสมให้เข้ากัน แล้วทำการปรับปริมาตรจนครบ1,000 มิลลิลิตร และเติมลงขวดโหลที่มีข้าวสังข์หยดอยู่ 30 กรัม ขวดละ 45 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารสำหรับการวิเคราะห์

1. การเตรียมสารและการวิเคราะห์สารคอร์ดิเซปิน (Li *et al*., 2015)

1.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

นำดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นดอกเห็ดไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักก่อนอบ แล้วนำไปอบในเครื่องอบความร้อนแบบสูญญากาศ (Vacuum oven) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดโดยใช้เครื่องปั่นให้เป็นผงละเอียด นำมาร่อนผ่าน sieve ขนาด 200 เมท ถ้าขนาดอนุภาคยังมีขนาดใหญ่ก็นำไปปั่นซ้ำอีกครั้ง จนมีขนาดเล็กผ่านตะแกรงร่อนได้หมด

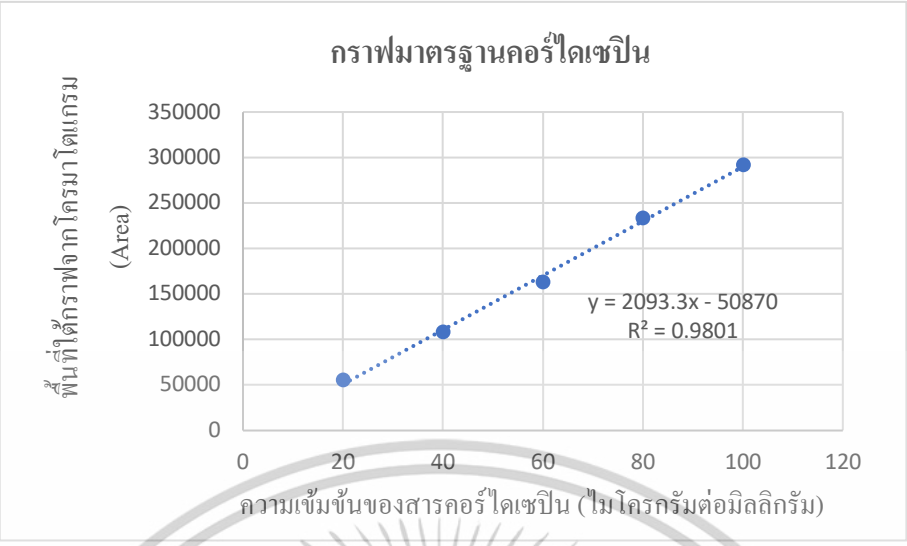
1.2 ขั้นตอนการสกัด

การสกัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์สูงเป็นตัวทำละลายในอัตราส่วน 1:250 (ดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง : น้ำบริสุทธิ์สูง) ชั่งดอกเห็ดถั่งเช่า จำนวน 0.2 กรัม เติมน้ำบริสุทธิ์สูง จำนวน 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic sonicator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แยกตะกอนกับส่วนใส จกนั้นนำส่วนใสไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.2 ไมครอน ใส่ลงในขวดเก็บสารละลาย (vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดหาสารคอร์ดิเซปินด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง (ดัดแปลงจาก Li *et al*., 2015)

1.3 การวิเคราะห์สารคอร์ดิเซปิน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้น ด้วยเครื่อง โครมาโทกราฟีของเหลวสรรถภาพสูง โดยใช้คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร x 250 มิลลิเมตร x 4.6 มิลลิเมตร) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ 0.1 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ เมทานอลต่อน้ำบริสุทธิ์อัตราส่วน 15:85 วิเคราะห์ด้วยระยะเวลาการฉีด 17 นาทีต่อตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร จากพื้นที่ใต้กราฟมาทำโครมาโตแกรมจะได้กราฟมาตรฐานสมการเส้นตรงของสารคอร์ดิเซปินมาตรฐาน ได้สมการเส้นตรง คือ Y = aX+b ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารคอร์ดิเซปินจากตัวอย่างที่ได้หลังจากคำนวณกราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 1ข กราฟมาตรฐานของสารคอร์ไดเซปินที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

รูปภาคผนวกที่ 2ข พีคของกราฟมาตรฐานสารคอร์ไดเซปินที่เวลาประมาณช่วงเวลาที่ 11-12 นาที

2. การเตรียมสารและการวิเคราะห์สารอะดีโนซีน (Li *et al.*, 2015)

2.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

นำดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นดอกเห็ดแล้วนำไปอบในเครื่องอบความร้อนแบบสูญญากาศ (Vacuum oven) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และจากนั้นนำมาบดโดยใช้เครื่องปั่นให้เป็นผงละเอียด นำมาร่อนผ่าน sieve ขนาด 200 เมท ถ้าขนาดอนุภาคยังมีขนาดใหญ่ก็นำไปปั่นซ้ำอีกครั้ง จนมีขนาดเล็กผ่านตะแกรงร่อนได้หมด

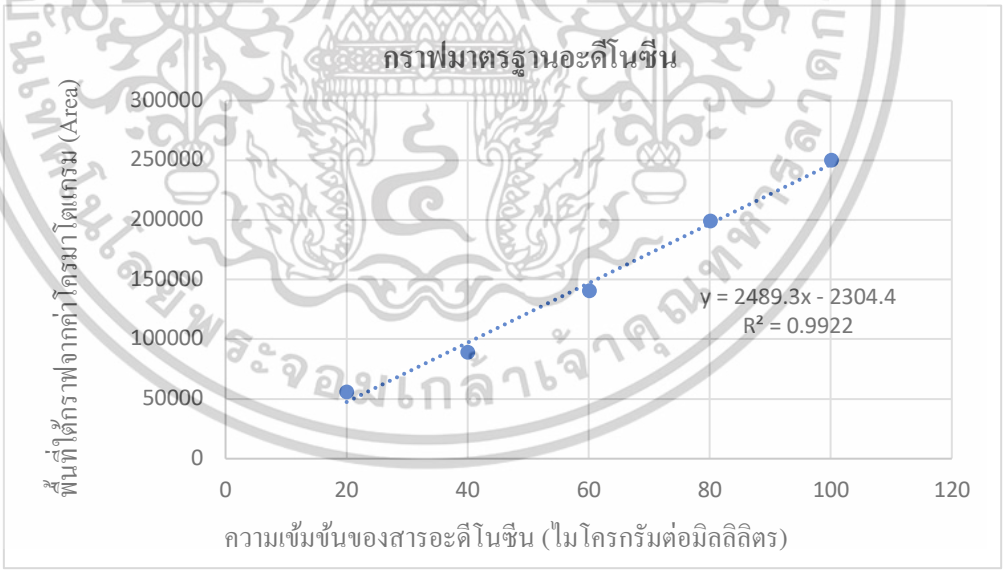
2.2 ขั้นตอนการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสกัดโดยใช้น้ำบริสุทธิ์สูงเป็นตัวทำละลายในอัตราส่วน 1:250 (ดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง : น้ำบริสุทธิ์สูง) ชั่งดอกเห็ดถั่งเช่า จำนวน 0.2 กรัม เติมน้ำบริสุทธิ์สูง จำนวน 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic sonicator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำสารสกัดไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แยกตะกอนกับส่วนใส จกนั้นนำส่วนใสไปกรองผ่านกระดาษกรองขนาด 0.2 ไมครอน ใส่ลงในขวดเก็บสารละลาย (vial) ขนาด 2 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปฉีดหาสารอะดีโนซีนด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถภาพสูง (ดัดแปลงจาก Li *et al*., 2015)

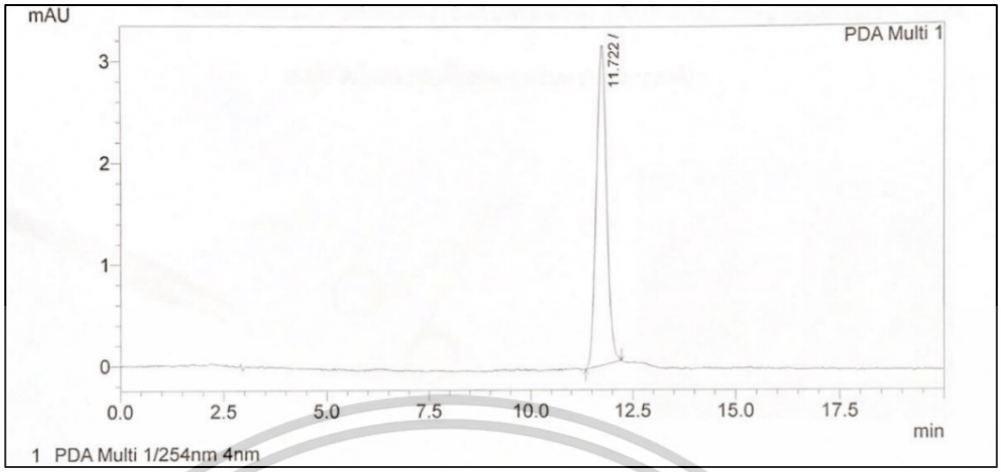
2.3 การวิเคราะห์สารอะดีโนซีน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารมาตรฐานในแต่ละความเข้มข้น ด้วยเครื่องโครมาโท กราฟีของเหลวสรรถภาพสูง โดยใช้คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร x 250 มิลลิเมตร x 4.6 มิลลิเมตร) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส ฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ 0.1 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่ใช้ เมทานอลต่อน้ำบริสุทธิ์อัตราส่วน 15:85 วิเคราะห์ด้วยระยะเวลาการฉีด 17 นาทีต่อตัวอย่าง แล้วทำการวิเคราะห์หาปริมาณสาร จากพื้นที่ใต้กราฟมาทำ โครมาโตแกรมจะได้กราฟมาตรฐานสมการเส้นตรงของสารอะดีโนซีนมาตรฐาน ได้สมการเส้นตรง คือ Y = aX+b ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารอะดีโนซีนจากตัวอย่างที่ได้หลังจากคำนวณกราฟมาตรฐาน



รูปภาคผนวกที่ 3ข กราฟมาตรฐานของสารอะดีโนซีนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 4ข กราฟมาตรฐานของสารอะดีโนซีนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

3. การวิเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์โดยวิธีแอนโทรน (Dreywood, 1946)

3.1 การเตรียมสารละลาย

3.1.1 กรดซัลฟิวริกร้อยละ 75 : เตรียมโดยใส่น้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 500 มิลลิลิตร ใส่แท่งเหล็กวางในอ่างน้ำบนแท่งกวน (ทำในตู้ดูดควัน) ตวงกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ร้อยละ 95-97) ปริมาตร 390 มิลลิลิตร เติมลงในขวดปรับปริมาตรที่มีน้ำกลั่นอย่างช้า ๆ และระมัดระวัง ปล่อยให้เย็นตัวที่อุณหภูมิห้องแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3.1.2 สารละลายแอนโทรน : ชั่งสารแอนโทรน 0.5 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติม absolute ethanol 5 มิลลิลิตร คนให้ละลายแล้วเทลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีกรดซัลฟิวริกร้อยละ 75 จากนั้นกลั้วบีกเกอร์ด้วย absolute ethanol 5 มิลลิลิตร เทลงในขวดปรับปริมาตรอีกครั้ง และปรับปริมาตรด้วยกรดซัลฟิวริกร้อยละ 75 ใส่แท่งเหล็ก ปิดฝา แล้วห่อขวดด้วยฟลอยด์ (ห้ามโดนแสง) จากนั้นนำไปตั้งบนแท่งกวน เพื่อให้สารแอนโทรนละลายจนหมด

3.1.3 สารละลายกลูโคสมาตรฐาน : เตรียมชั่งกลูโคสมา 0.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 1000 มิลลิกรัม จะได้ละลายกลูโคสเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำมาเจือจางให้เป็นความเข้มข้นตั้งแต่ 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-1 การเจือจางสารละลายกลูโคสมาตรฐานด้วยน้ำกลั่นให้ได้ความเข้มข้น 0-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

หลอดที่	สารละลายกลูโคส (0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) (มิลลิลิตร)	น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	สารละลายกลูโคสมาตรฐาน (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
1	0	10	0
2	2	8	20
3	4	6	40
4	6	4	60
5	8	2	80
6	10	0	100

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 เติมสารละลายกลูโคสมาตรฐานหรือสารละลายตัวอย่าง ปริมาตร 1 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง

3.2.2 นำหลอดไปแช่ในอ่างน้ำแข็ง รอจนสารละลายในหลอดทดลองเย็นลง

3.2.3 เติมสารละลายแอนโทรนที่แช่เย็นลไป 5 มิลลิลิตร แล้วเขย่าผสมให้เข้ากัน (ขณะที่เติมสารละลายแอนโทรนหลอดทดลองต้องแช่อยู่ในอ่างน้ำแข็ง)

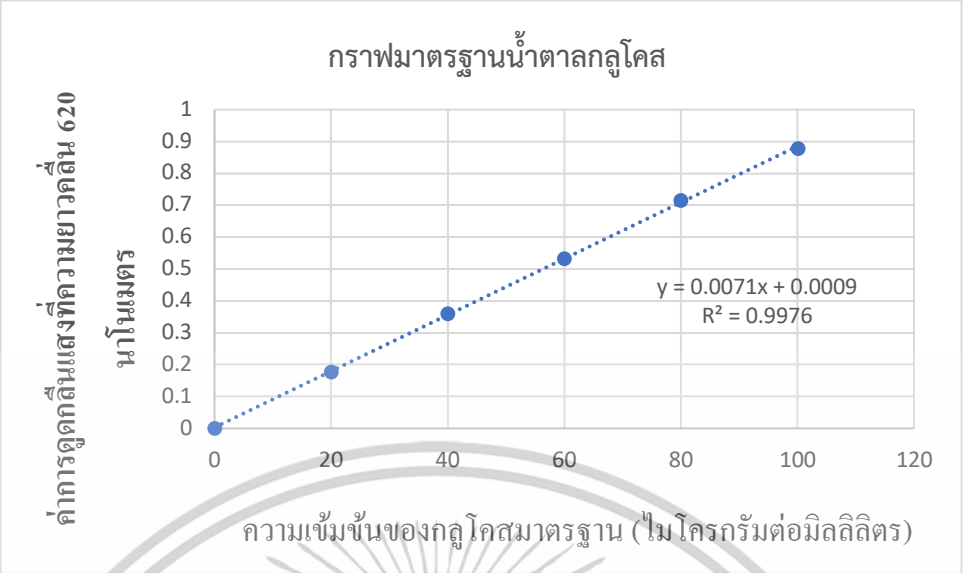
3.2.4 แช่สารละลายทุกหลอดไว้จนอุณหภูมิเย็นลงเหลือ 0 องศาเซลเซียส

3.2.5 นำหลอดทดลอง ไปแช่ในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมาแช่ในอ่างน้ำเย็นอีกครั้ง

3.2.6 น้ำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (เขย่าผสมหลอดทดลองทุกครั้ง)

3.2.7 นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาคผนวกที่ 5ข กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคสที่ความเข้มข้น 0, 20, 40, 60, 80, และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ลักษณะต่างๆของเยลลี่กัมมี่

1. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

1.1 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอาหารของเยลลี่กัมมี่ (ดัดแปลงจากพัชรีและสุธีรา, 2561)

วิเคราะห์เนื้อสัมผัสของอาหารด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส เลือกโหมด TPA โดยจะเป็นการวิเคราะห์ที่ให้ผลความแข็ง (Hardness)

ใช้หัวในการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิห้อง กำหนดค่า test speed 5.0 mm/sec, trigger force 0.05 N, 80% strain, post-test 5 mm/sec โดยทำการทดลองใช้เยลลี่กัมมี่ครั้งละ 1 ชิ้น ทำการทดลองซ้ำไม่น้อยกว่า 15 ครั้ง เพื่อค่าที่แม่นยำ

1. ต่ออุปกรณ์ที่เหมาะกับรูปแบบการวัดเนื้อสัมผัสของเราในการทดลองใช้ cylinder probe ขนาด 0.5 มิลลิเมตร

2. ตั้งค่าแรงที่ใช้ไม่เกิน 20 นิวตัน และทำการวัดขนาดของตัวอย่าง ตั้งระยะความสูงของโพรบและตัวอย่างให้เหมาะสม ทำการจดบันทึกค่าความแข็งแล้วนำไปวิเคราะห์

รูปภาคผนวก 1ค เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอาหาร

1.2 การวิเคราะห์สีด้วยเครื่องวัดสีของเยลลี่กัมมี่

วิเคราะห์สีของเยลลี่กัมมี่ โดยนำเยลลี่กัมมี่ไปบดหรือปั่นให้ละเอียดก่อนการวัด แล้วบรรจุให้เต็มภาชนะ ไม่ให้มีแสงลอดผ่านได้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสีของ Hunter Lab โดยบันทึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าลักษณะ L*-a*-b* Chart ทำการกดวัดค่าสี ตัวอย่างละ 3 ครั้งต่อหนึ่งการวัด ทำซ้ำไม่น้อยกว่าตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1. เริ่มตั้งเครื่องให้มั่นคง
2. กด Calibrate เครื่อง แล้วกดปุ่ม ok รูปสายฟ้า
3. กดตัวเลือก standardized (จากนั้นกดปุ่ม ok รูปสายฟ้า)
4. นำปลอกที่ใช้เทียบสีดำวางแล้วกดปุ่มสายฟ้า จากนั้นนำด้านสีขาวมาวางตรงไฟ แล้วกดปุ่มสายฟ้าเช่นเดียวกัน
5. กลับไปที่ main menu เลือกฟังก์ชั่น Read แล้วเลือก SO
6. ไปที่ please sample นำตัวอย่างที่เตรียมวัดสีวางตรงไฟ แล้วกดปุ่มสายฟ้า
7. ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วจดค่า
8. เมื่อต้องการวัดตัวอย่างต่อไป ให้กลับไปที่ main menu

2. การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

2.1 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่กัมมี่ด้วยเครื่อง pH meter

ทำการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองด้วยวิธีการดังนี้

1. กดปุ่ม ON/OFF
2. ล้าง Probe ด้วยน้ำกลั่น แล้วเช็ดให้แห้งด้วยทิชชู
3. ควรทำการคาริเบตด้วย Buffer ก่อนทำการวัดตัวอย่าง
4. กดปุ่ม Cal สังเกตตัวอักษร Cal1 ปรากฏให้จุ่ม Probe ลงใน Buffer pH 7.0 รอจนกระทั่งเครื่องหมาย A ที่มุมซ้ายเปลี่ยนเป็น $\sqrt{A}$ แล้วอ่านค่า pH ที่ปรากฏ

รูปภาคผนวก 2ค เครื่อง pH meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การใช้เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)

วิธีการ

1. การเตรียม mobile phase โดย กำหนด A คือ น้ำบริสุทธิ์สูงร้อยละ 85 กำหนด B คือ เมทานอลร้อยละ 15 และล้างเข็มด้วยเมทานอล

2. ต่อคอลัมน์ตามแนวลูกศร (สายพลาสติกทั้งบนล่าง)

3. ทำการเปิดเครื่อง HPLC

4. การเตรียมเครื่อง HPLC (Purge Mobile phase)

- กด black 2 ครั้ง จะขึ้น 0.000 SYSTEM
- กด Enter จากนั้นเปลี่ยน 0 เป็น 1 กด Enter
- กด Cone
- ทำการล้าง A โดยปรับ A ให้เป็น 100 ส่วน B C D เป็น 0 และ Enter ที่ line B C D ตามลำดับ
- จากนั้นเปิดวาล์ว หมุนทางด้าน Open 90 องศา (ปิดวาล์ว หมุนทางด้าน close 90 องศา) จากแนวตั้งให้เป็นแนวนอน
- กดปุ่ม Purge ที่ pump รอจน purge เสร็จ ประมาณ 3 นาที
- กดปุ่ม cone
- ทำการล้างสาย B โดยปรับ B ให้เป็น 100 ส่วน A C D เป็น 0 กดปุ่ม Enter
- กดปุ่ม Purge รอจน Purge เสร็จ ประมาณ 3 นาที
- ปิดวาล์ว
- กด back 2 ครั้ง (0.000 SYSTEM)
- กด Enter (0.000 Local) จากนั้นเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 กด Enter

5. การ purge auto sample

- กด purge ของ SIL-20A ประมาณ 25 นาที

6. การเปิดโปรแกรม

- เปิด CPU และเปิดหน้าจอ คลิกที่โปรแกรม LC solution คลิกอันที่ 1 ไม่ต้องใส่รหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การเปิด method

- กด file และ open และ dream และ method
- กด download เปลี่ยน total flow ให้เป็น 0
- กดที่ Instrument รอให้อุณหภูมิถึง 40 องศาเซลเซียส ก่อน ตรง LC จะขึ้นว่า Ready
- หลังจากนั้น ปรับ B cone = 100% เป็นเวลา ประมาณ 30 นาที หากคนก่อนหน้าฉีดสารตัวอย่างที่แตกต่างจากเรา ควรใช้เวลา ประมาณ 45-60 นาที พร้อมปรับ total flow ที่ละ 0.2 จนถึง 1.0
- พอครบเวลา 30-60 นาที ปรับ B cone เท่ากับ 15 %
- กด plot ที่ + และ - ดูว่าเส้นคงที่หรือไม่
- กด plot อีกครั้งเพื่อหยุดการ plot

8. การฉีดสารแบบ batch

- คลิก window จากนั้น show window จากนั้น batch table
- New batch file
- Edit จากนั้น table easy setting
- ใส่ตัวอย่าง vial และชื่อไฟล์ กด ok นอกนั้นกด 1
- เปลี่ยน sample name
- Save batch file AS เลือกที่อยู่เดียวกับ method
- Batch start

9. การเปิดข้อมูลและพิมพ์ข้อมูล

- กดเลือกข้อมูลที่ต้องการจากโฟลเดอร์ เลือกข้อมูลที่ต้องการจะปรากฏที่หน้าด้านข้าง
- เลือก backup/HPLC/report
- จากนั้น เลือก LC peak Table (PDA)
- กดไอคอนด้านล่าง เพื่อเลือกไฟล์งานขึ้นมา
- กด edit เพิ่มสารที่ต้องการ เปลี่ยน name และ ret time จากนั้นกด view
- กดหน้า report จากนั้น print ข้อมูลออกมา

10. การปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เปลี่ยน b cone เท่ากับ 100% รอ 30 นาทีขึ้นไป
- ค่อยๆลด total flow ลงที่ละ 0.2 จาก 1.0 จนเหลือ 0.0
- กด Instrument
- file จากนั้นกด exit จากนั้นกด ok
- ทำการปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

1. แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เยลลี่กัมมี่ที่มีปริมาณส่วนผสมของกลูโคสแตกต่างกัน

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามหมายเลขรหัส 101, 202 และ 303 ตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบของลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ที่มีต่อตัวอย่างด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ ได้แก่

คะแนนระดับที่ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
คะแนนระดับที่ 2 = ไม่ชอบเล็กน้อย
คะแนนระดับที่ 3 = ชอบปานกลาง
คะแนนระดับที่ 4 = ชอบเล็กน้อย
คะแนนระดับที่ 5 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	คุณลักษณะที่ใช้ประเมิน							
	ลักษณะที่ปรากฏ	สี	กลิ่น	ความหวาน	ความเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
101								
202								
303								

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบประเมินความพึงพอใจต่อบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ของเยลลี่กัมมี่ที่แตกต่างกัน

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามหมายเลขรูปแบบที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบของตำแหน่งของภาพประกอบ ความน่าสนใจ สื่อถึงผลิตภัณฑ์ สีตัวอักษร สีภาพประกอบ ตำแหน่งตัวอักษร ขนาดตัวอักษร และความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวอย่าง ด้วยวิธี Hedonic scale 5 ระดับ ได้แก่

คะแนนระดับที่ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คะแนนระดับที่ 2 = ไม่ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับที่ 3 = เฉยๆ

คะแนนระดับที่ 4 = ชอบเล็กน้อย

คะแนนระดับที่ 5 = ชอบมากที่สุด

รูปที่	ประเด็นในการประเมิน							
	ตำแหน่งของภาพประกอบ	ความน่าสนใจ	สื่อถึงผลิตภัณฑ์	สีตัวอักษร	สีภาพประกอบ	ตำแหน่งตัวอักษร	ขนาดตัวอักษร	ความชอบโดยรวม
1								
2								
3								

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฉลากบรรจุภัณฑ์ด้านหน้าทั้ง 3 แบบและด้านหลัง

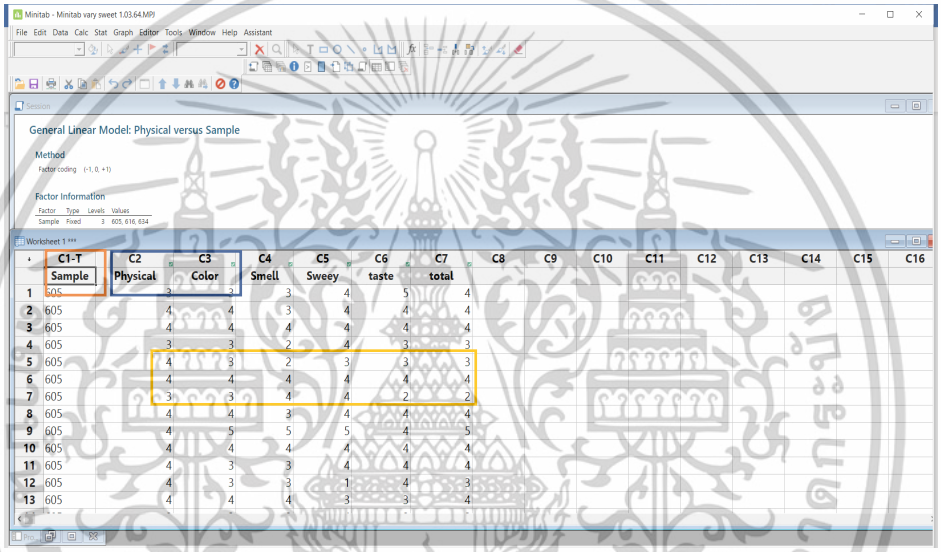
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab

1. เปิดโปรแกรม Minitab เวอร์ชั่น 18

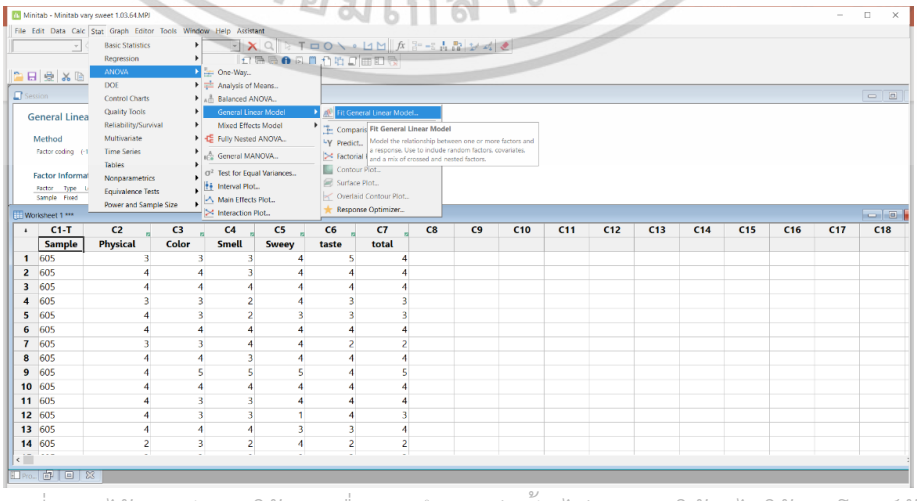
กรอกข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ ปัจจัยต่างๆ (สิ่งที่เราแปรผัน) เช่น คะแนนความหวาน ได้แก่ 1, 2, 3, 4 และ 5 คะแนนเป็นต้น และกรอกผลที่จะวิเคราะห์ ค่าจากการคำนวณอาจจะมีหลายผลการทดลองในปัจจัยนั้น ดังตัวอย่าง (ผลการทดลองของแต่ละปัจจัยต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 3 ซ้ำ)



	C1-T Sample	C2 Physical	C3 Color	C4 Smell	C5 Sweey	C6 taste	C7 total
1	605	3	3	3	4	5	4
2	605	4	4	3	4	4	4
3	605	4	4	4	4	4	4
4	605	3	3	2	4	3	3
5	605	4	3	2	3	3	3
6	605	4	4	4	4	4	4
7	605	3	3	4	4	2	2
8	605	4	4	3	4	4	4
9	605	4	5	5	5	4	5
10	605	4	4	4	4	4	4
11	605	4	3	3	4	4	4
12	605	4	3	3	1	4	3
13	605	4	4	4	3	3	4

2. การวิเคราะห์ข้อมูลค่าความแปรปรวน (ครั้งที่ 1)

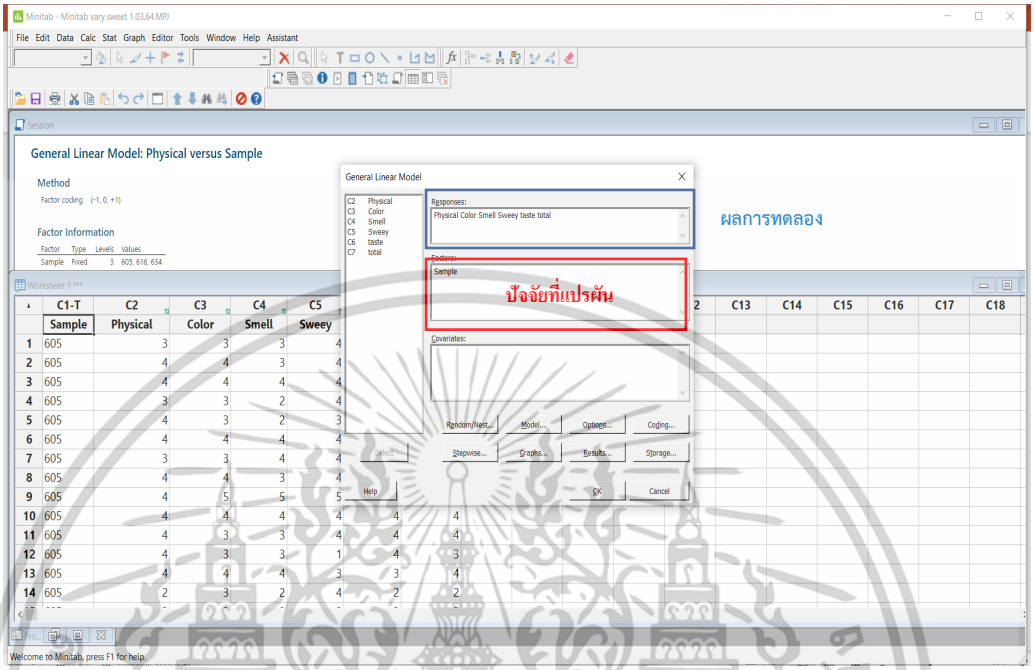
เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน โดยกดที่ปุ่ม Stat เลือกที่ ANOVA จากนั้นกดที่ General Linear Model และกดที่ Fit General Linear Model



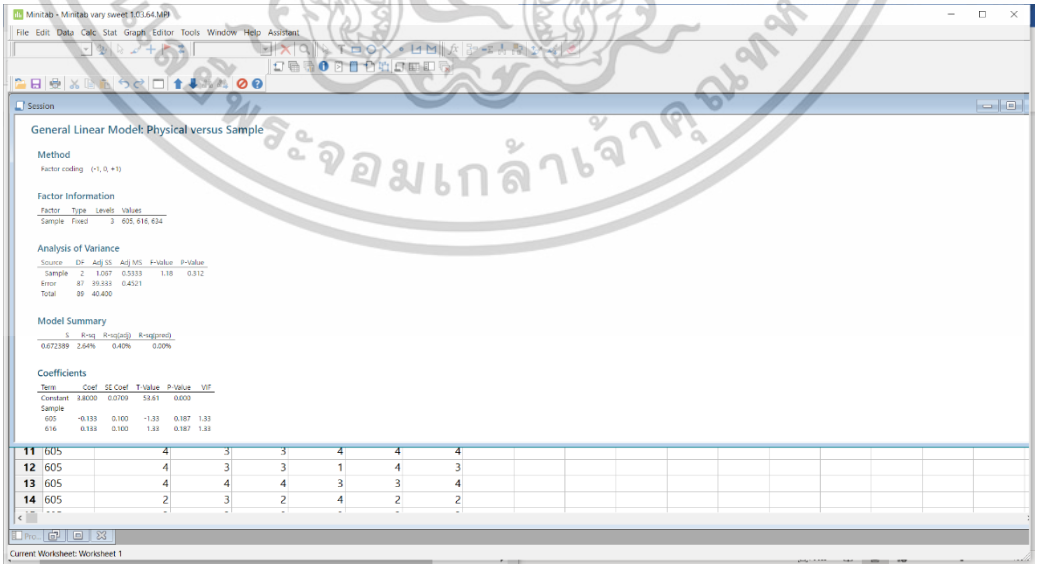
	C1-T Sample	C2 Physical	C3 Color	C4 Smell	C5 Sweey	C6 taste	C7 total
1	605	3	3	3	4	5	4
2	605	4	4	3	4	4	4
3	605	4	4	4	4	4	4
4	605	3	3	2	4	3	3
5	605	4	3	2	3	3	3
6	605	4	4	4	4	4	4
7	605	3	3	4	4	2	2
8	605	4	4	3	4	4	4
9	605	4	5	5	5	4	5
10	605	4	4	4	4	4	4
11	605	4	3	3	4	4	4
12	605	4	3	3	1	4	3
13	605	4	4	4	3	3	4
14	605	2	3	2	4	2	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเลือกข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ โดยปัจจัยของผลการทดลองใส่ในช่องของ Factors และผลของการทดลองจะใส่ในช่อง Responses ดังภาพ

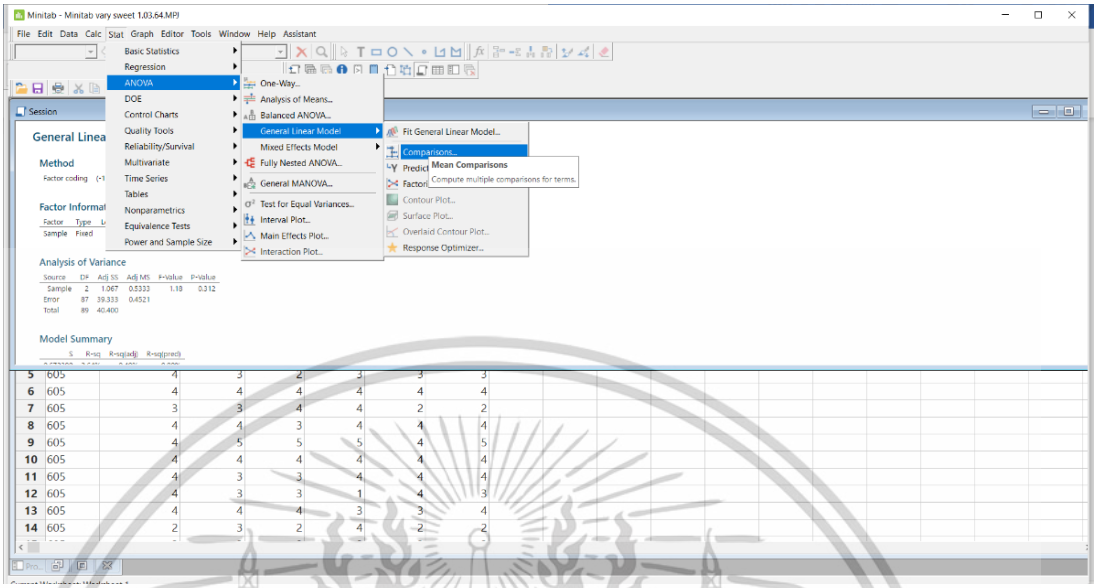


จากนั้นกด OK แล้วจะได้ตารางข้อมูลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนครั้งแรก จากนั้นจะทำการกดวิเคราะห์ค่าการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



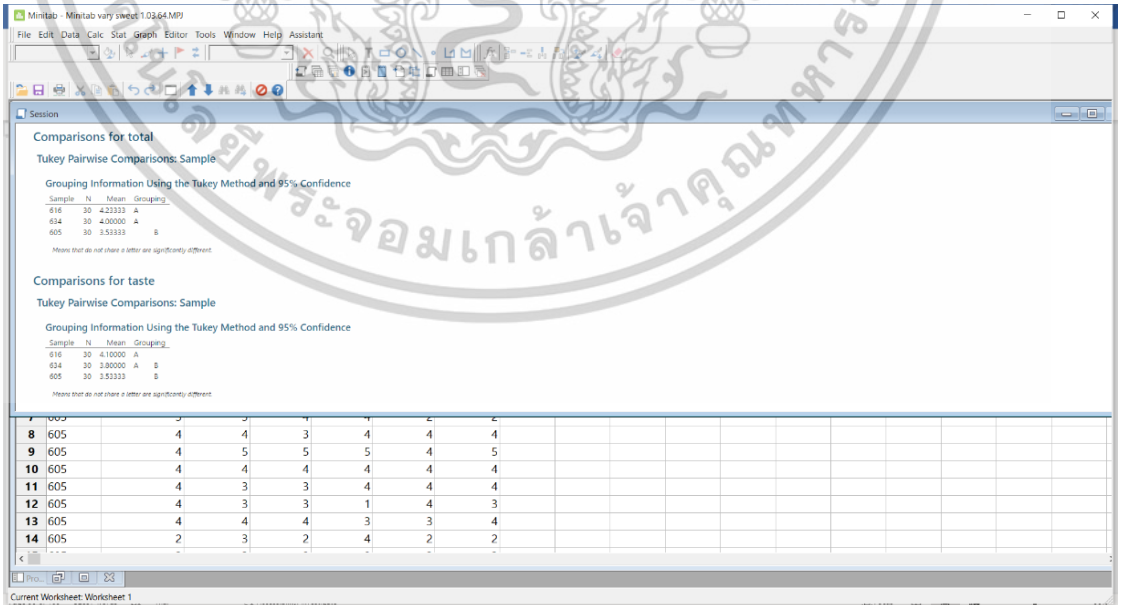
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



กดปุ่ม Stat เลือกที่ ANOVA จากนั้นกดที่ General Linear Model และกดที่ Comparisons เมื่อกดเข้าไปแล้ว ทำการเลือกปัจจัยและผลการทดลองที่ต้องการวิเคราะห์ทีละผลการทดลอง (CRD)

ทำการกด OK จะได้การวิเคราะห์มาดังภาพ ซึ่งจะแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ตัวอักษร A-Z หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การตรวจหาและผลปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร

1. การตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.1 การเตรียม stock solution

ทำการละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร ปรับ pH เป็น 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1N และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำมาฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.2 การเตรียม Dilution blank

ทำการตวงสารละลายสต๊อก 1.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตวงใส่ขวดที่มีปริมาตร 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 กรัม) จากนั้นดูดปริมาตร 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด (มีฝา) 12x150 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เป็นของตัวอย่างที่เป็นของแข็ง

เตรียมตัวอย่างเยลลี่กัมมี่ถังเช่าสีทอง จากนั้นใช้ช้อนสแตนเลสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ตักเยลลี่ลงในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ ที่ใช้สำหรับเข้าเครื่องตีปั่น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม แล้วเติมน้ำเกลือ 0.85% ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 1 นาที ตัวอย่างที่ได้จะมีระดับการเจือจางเป็น 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}

3. การเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ปริมาณราและยีสต์ในเยลลี่กัมมี่

(อ้างอิงจากวิธีมาตราฐานสำหรับการวิเคราะห์อาหาร เล่มที่2)

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างเยลลี่ถังเช่าสีทอง จากนั้นใช้ช้อนสแตนเลสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ตักเยลลี่ลงในถุงพลาสติกปลอดเชื้อที่ใช้สำหรับเข้าเครื่องตีปั่น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25 กรัม

3.2 การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ (Preparation of test sample)

เจือจางตัวอย่างเป็น 10^{-1} ด้วยสารละลายสำหรับเจือจาง เทสารละลายสำหรับเจือจางลงในตัวอย่างให้ได้ตัวอย่างที่เจือจาง 10^{-1} ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องบดปั่น 30-60 วินาที เครื่องตีผสมอาหาร 2 นาที (initial suspension หรือ primary dilution) ปิเปตตัวอย่างที่เจือจาง 10^{-1} มา 10 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างเจือจาง 1:100 ทำเช่นนี้ต่อไปจนได้ตัวอย่างที่เจือจางตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตรวจหาปริมาณ (enumeration)

ในกรณีที่ทำวิธี pour plate นำระดับความเจือจางของตัวอย่างที่ต้องการ ตามความเหมาะสม 1 มิลลิลิตร ปิเปตลงในจานเพาะเชื้อระดับความเจือจางละ 3 จานเพาะเชื้อ (ทำ 3 ซ้ำ) แล้วเทอาหารแข็ง PCA ผสม chloramphenicol หรือ DG 18 agar ประมาณ 20 ถึง 25 มิลลิลิตร ลงในแต่ละจานเพาะเชื้อผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็ง

ในกรณีใช้วิธี spread plate เทอาหารแข็ง DRBC หรือ DG 18 หรือ PCA ผสม chloramphenicol ลงในจานเพาะเชื้อ หมุนให้อาหารเลี้ยงเชื้อกระจายทั่วตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็ง แล้วทำให้ผิวหน้าวุ้นแห้ง ปิเปตตัวอย่างเริ่มต้นหรือตัวอย่างที่ระดับความเจือจางตามความเหมาะสม 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหารแข็งที่เตรียมไว้ระดับความเจือจางละ 3 จานเพาะเชื้อ ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง

จากนั้นนำไปบ่มที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน โดยวางซ้อนกันไม่เกิน 3 จานเพาะเชื้อ เมื่อครบ 5 วัน ถ้าไม่มีการเจริญของเชื้อให้บ่มต่ออีก 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ ควรไม่เกินที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารชุมชนของเยลลี่แห้ง

4. การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* (อ้างอิงวิธี BAM, Chapter 12)

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อแล้วเติมน้ำเกลือ 0.85% ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นเป็นเวลา 2 นาทีจะได้สารละลายตัวอย่างความเข้มข้น 10^{-1} ทำการเจือจางตัวอย่างต่อไปที่ด้วยสารละลายเปปโตน จากนั้นปิเปตตัวอย่างอาหารที่แต่ละระดับความเจือจางปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่บนผิวหน้าอาหารแข็ง BPA อย่างละ 3 จานเพาะเลี้ยง จากนั้นใช้แท่งแก้วงอปราศจากเชื้อ เกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร ตั้งทิ้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแข็งจากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส ทำการตรวจดูโคโลนีบนจานอาหาร BPA เลือกจานที่มีโคโลนีที่นำจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* จำนวน 20 ถึง 200 โคโลนี นับจานวนโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว จดบันทึกไว้

กรณีทดสอบเพื่อยืนยัน *S. aureus* ให้ทำการคัดเลือกโคโลนีแต่ละลักษณะที่นำจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* 1 โคโลนีต่อหนึ่งลักษณะ นำมาทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกูเลส (coagulase test) และทดสอบยืนยันชนิดอื่น คำนวณหาจำนวนของ *S. aureus* ในอาหารที่นำมาวิเคราะห์ (CFU ต่อกรัมของอาหาร) จากจำนวนโคโลนีที่ให้ผลบวกกับการทดสอบยืนยัน และค่า dilution factor

5. การคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ในจานเพาะเชื้อ (โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง)

กรณีทำการนับจำนวณโคโลนีในแต่จานเพาะเชื้อมีน้อยกว่า 25 โคโลนี ให้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ คูณกับ 1/dilution factor จำนวนเฉลี่ยโคโลนีที่นับได้เป็นทศนิยม 0.5 ให้ปัดเลขเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีโคโลนีที่นับได้เกิน 30 โคโลนี การคำนวณหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU ต่อกรัมหรือ CFU ต่อมิลลิลิตรของอาหาร) ในการคำนวณหา CFU ต่อกรัม หรือ CFU ต่อมิลลิลิตร ให้คูณจำนวนโคโลนีทั้งหมดที่นับได้หรือจำนวนโคโลนีเฉลี่ยกับส่วนกลับของ dilution factor

Dilution factor = ระดับความเจือจางเริ่มต้น x ระดับความเจือจางต่อมา x ปริมาณตัวอย่างที่เติมในจาน

จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ = ส่วนกลับของ dilution factor x จำนวนโคโลนีที่นับได้

หรือ จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ = $\frac{\sum \mathbf{C}}{(v1n1+0.1n2)d}$

เมื่อ v1 = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

$\sum \mathbf{C}$ = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี

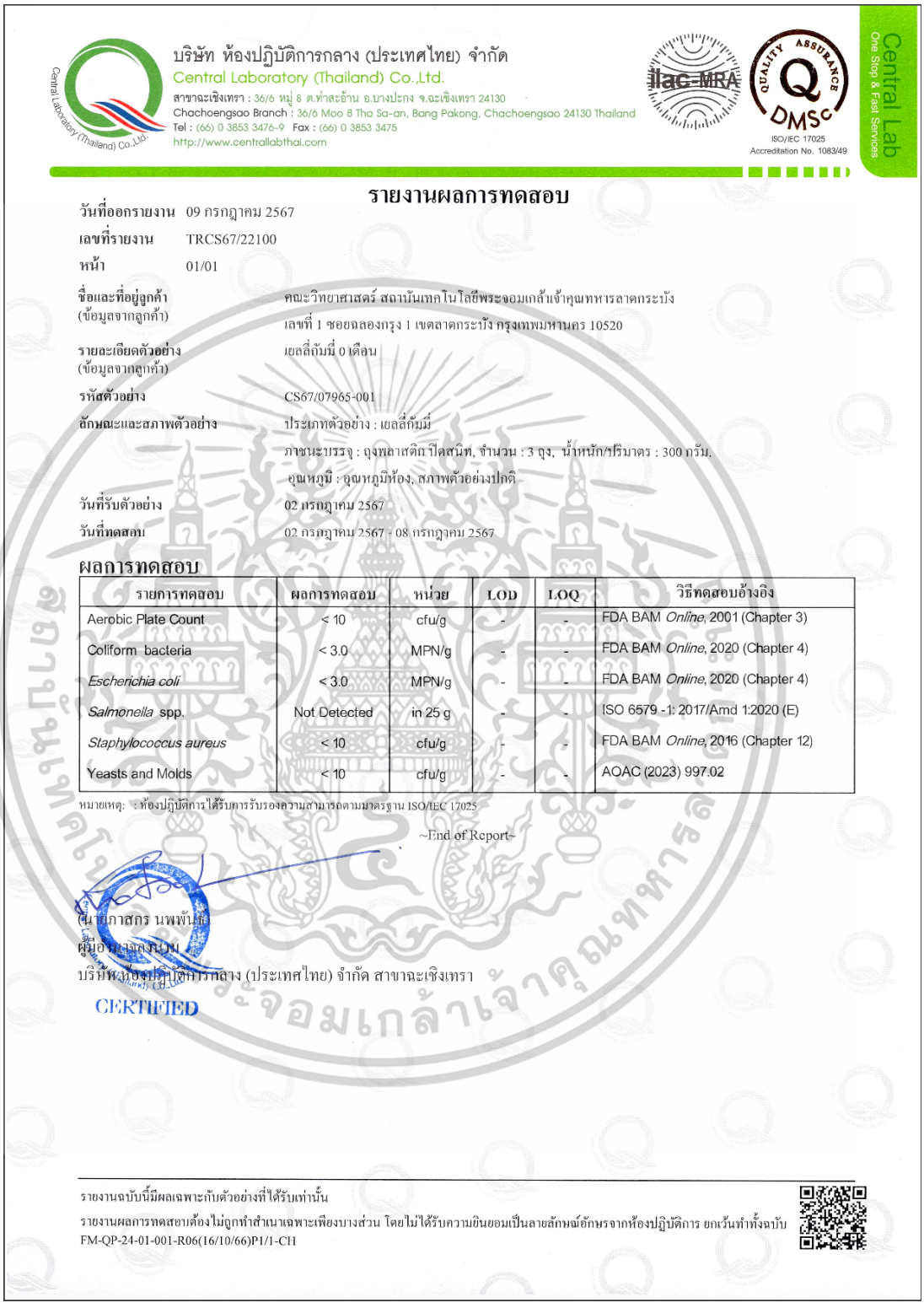
n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 30-300 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเจือจางแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 30-300 โคโลนี

การรายงานค่า CFU ต่อกรัม นิยมรายงานโดยเขียนเป็นเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง โดยเขียนเฉพาะตัวเลข 2 ตัวแรก ส่วนตัวที่ 3 ให้ปัดขึ้นหรือปัดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขาฉะเชิงเทรา : 36/6 หมู่ 8 ต.ท่าสะอ้าน อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา 24130
Chachoengsao Branch : 36/6 Moo 8 Tha Sa-an, Bang Pakong, Chachoengsao 24130 Thailand
Tel : (66) 0 3853 3476-9 Fax : (66) 0 3853 3475
http://www.centrallabthai.com

ISO/IEC 17025
Accreditation No. 1083/49

Central Lab
One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 09 กรกฎาคม 2567
เลขที่รายงาน TRCS67/22100
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า (ข้อมูลจากลูกค้า) คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

รายละเอียดตัวอย่าง (ข้อมูลจากลูกค้า) เยลลี่กัมมี่ 0 เดือน

รหัสตัวอย่าง CS67/07965-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : เยลลี่กัมมี่
ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก ปิดสนิท, จำนวน : 3 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 300 กรัม,
อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 02 กรกฎาคม 2567

วันที่ทดสอบ 02 กรกฎาคม 2567 - 08 กรกฎาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	LOQ	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aerobic Plate Count	< 10	cfu/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2001 (Chapter 3)
Coliform bacteria	< 3.0	MPN/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2020 (Chapter 4)
Escherichia coli	< 3.0	MPN/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2020 (Chapter 4)
Salmonella spp.	Not Detected	in 25 g	-	-	ISO 6579 -1: 2017/Amd 1:2020 (E)
Staphylococcus aureus	< 10	cfu/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2016 (Chapter 12)
Yeasts and Molds	< 10	cfu/g	-	-	AOAC (2023) 997.02

หมายเหตุ: - ห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

~End of Report~

(นายภาสกร นพพันธ์)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาฉะเชิงเทรา

CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R06(16/10/66)P1/1-CH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขาฉะเชิงเทรา : 36/6 หมู่ 8 ต.ท่าสะอ้าน อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา 24130
Chachoengsao Branch : 36/6 Moo 8 Tha Sa-an, Bang Pakong, Chachoengsao 24130 Thailand
Tel : (66) 0 3853 3476-9 Fax : (66) 0 3853 3475
http://www.centrallabthai.com

ISO/IEC 17025
Accreditation No. 1083/49

Central Lab
One Stop & Fast Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 07 สิงหาคม 2567
เลขที่รายงาน TRCS67/25339
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า (ข้อมูลจากลูกค้า)	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
รายละเอียดตัวอย่าง (ข้อมูลจากลูกค้า)	เยลลี่กัมมี่ 1 เดือน (4 °C)
รหัสตัวอย่าง	CS67/09079-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : เยลลี่กัมมี่ ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก ปิดสนิท, จำนวน : 3 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 343.22 กรัม. อุณหภูมิ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	01 สิงหาคม 2567
วันที่ทดสอบ	01 สิงหาคม 2567 - 06 สิงหาคม 2567

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	LOQ	วิธีทดสอบอ้างอิง
Water Activity at 25°C	0.95	aw	-	-	In-house method TE-CH-019 based on AOAC (2023) 978.18
Aerobic Plate Count	< 250 EAPC	cfu/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2001 (Chapter 3)
Coliform bacteria	< 3.0	MPN/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2020 (Chapter 4)
Escherichia coli	< 3.0	MPN/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2020 (Chapter 4)
Salmonella spp.	Not Detected	in 25 g	-	-	ISO 6579 -1: 2017/Amd 1:2020 (E)
Staphylococcus aureus	< 10	cfu/g	-	-	FDA BAM *Online*, 2016 (Chapter 12)
Yeasts and Molds	2.3×10^2	cfu/g	-	-	AOAC (2023) 997.02

หมายเหตุ: EAPC = Estimated Aerobic Plate Count

~End of Report~

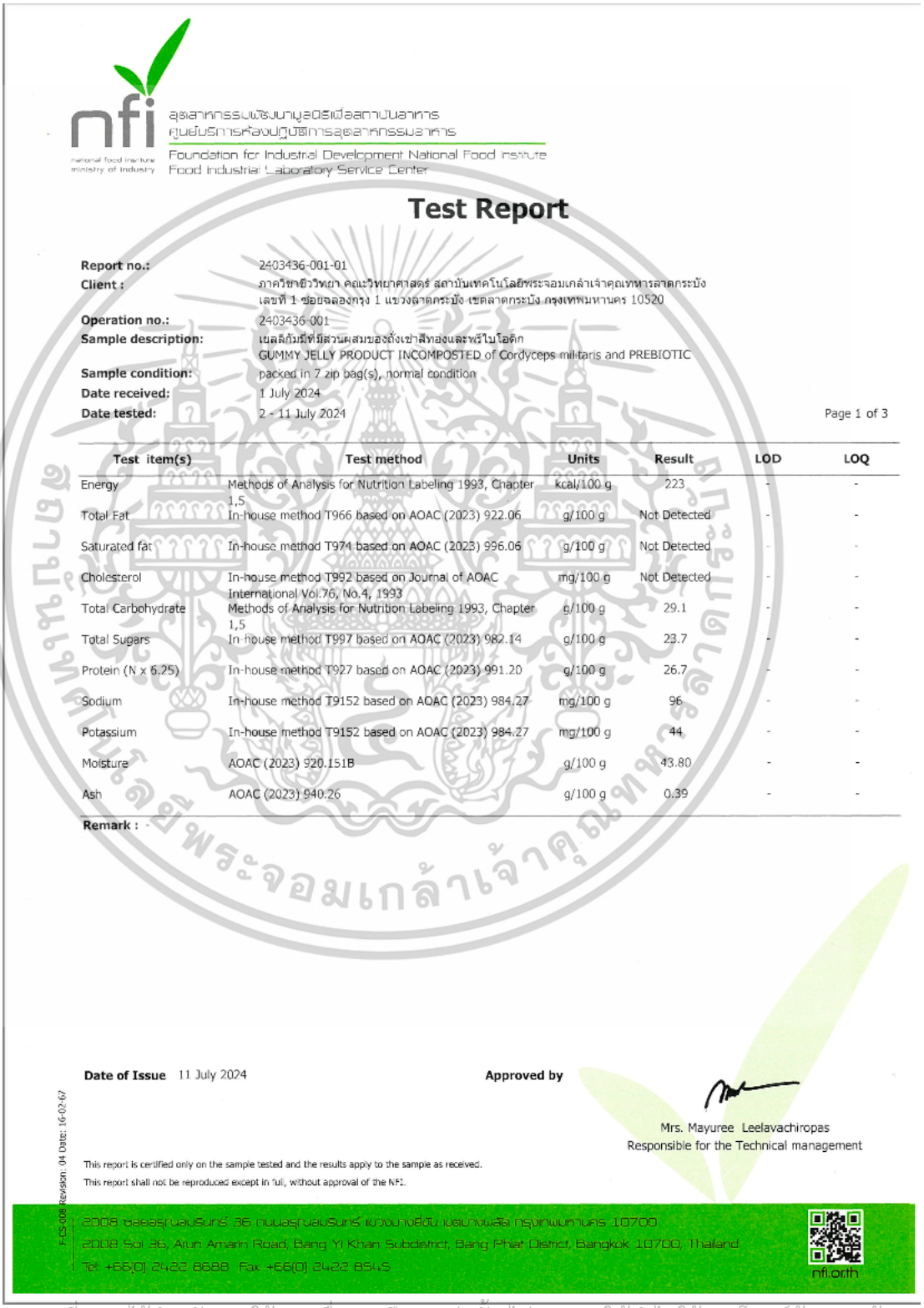
(นายภาสกร นพพันธ์)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาฉะเชิงเทรา

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R06(16/10/66)P1/1-CH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ฉลากและข้อมูลทางโภชนาการ



สถาบันอาหาร
กระทรวงอุตสาหกรรม
ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร
Foundation for Industrial Development National Food Institute
Food Industrial Laboratory Service Center

Test Report

Report no.: 2403436-001-01
Client : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
Operation no.: 2403436-001
Sample description: เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก
GUMMY JELLY PRODUCT INCOMPOSTED of Cordyceps militaris and PREBIOTIC
Sample condition: packed in 7 zip bag(s), normal condition
Date received: 1 July 2024
Date tested: 2 - 11 July 2024

Page 1 of 3

Test item(s)	Test method	Units	Result	LOD	LOQ
Energy	Methods of Analysis for Nutrition Labeling 1993, Chapter 1,5	kcal/100 g	223	-	-
Total Fat	In-house method T966 based on AOAC (2023) 922.06	g/100 g	Not Detected	-	-
Saturated fat	In-house method T974 based on AOAC (2023) 996.06	g/100 g	Not Detected	-	-
Cholesterol	In-house method T992 based on Journal of AOAC International Vol.76, No.4, 1993	mg/100 g	Not Detected	-	-
Total Carbohydrate	Methods of Analysis for Nutrition Labeling 1993, Chapter 1,5	g/100 g	29.1	-	-
Total Sugars	In-house method T997 based on AOAC (2023) 982.14	g/100 g	23.7	-	-
Protein (N x 6.25)	In-house method T927 based on AOAC (2023) 991.20	g/100 g	26.7	-	-
Sodium	In-house method T9152 based on AOAC (2023) 984.27	mg/100 g	96	-	-
Potassium	In-house method T9152 based on AOAC (2023) 984.27	mg/100 g	44	-	-
Moisture	AOAC (2023) 920.151B	g/100 g	43.80	-	-
Ash	AOAC (2023) 940.26	g/100 g	0.39	-	-

Remark : -

Date of Issue 11 July 2024

Approved by

Mrs. Mayuree Leelavachiropas
Responsible for the Technical management

This report is certified only on the sample tested and the results apply to the sample as received.
This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

F-CS-008 Revision: 04 Date: 16-02-67

2008 ซอยอรุณอมรินทร์ 36 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
2008 Soi 36, Arun Amarin Road, Bang Yi Khan Subdistrict, Bang Phlat District, Bangkok 10700, Thailand
Tel. +66(0) 2422 8888 Fax +66(0) 2422 8545

nfi.or.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

national food institute
ministry of industry
สถาบันอาหาร
ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร
Foundation for Industrial Development National Food Institute
Food Industrial Laboratory Service Center

Test Report

Report no.: 2403436-001-01
Client : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
Operation no.: 2403436-001
Sample description: เยลลี่กัมมีที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก
GUMMY JELLY PRODUCT INCOMPOSTED of Cordyceps militaris and PREBIOTIC
Sample condition: packed in 7 zip bag(s), normal condition
Date received: 1 July 2024
Date tested: 2 - 11 July 2024

Nutrition labeling (THAI, RDI)

ฉลากโภชนาการสำหรับบรรจุ 30 กรัม
หนึ่งหน่วยบริโภค 1 กระปุก (30 กรัม)

ข้อมูลโภชนาการ (Nutrition Information)

คุณค่าทางโภชนาการต่อการกินหนึ่งครั้ง : 1 กระปุก (30 กรัม)
Amount per serving : 1 jar (30 g)

พลังงาน	70 กิโลแคลอรี
Energy	70 kcal
	ร้อยละของค่าอ้างอิงต่อวัน* (%Thai RDI*)
ไขมันทั้งหมด (Total fat) 0 ก. (g)	0 %
ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat) 0 ก. (g)	0 %
คอเลสเตอรอล (Cholesterol) 0 มก. (mg)	0 %
โปรตีน (Protein) 8 ก. (g)	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Total carbohydrate) 9 ก. (g)	3 %
น้ำตาลทั้งหมด (Total sugars) 7 ก. (g)	
โซเดียม (Sodium) 30 มก. (mg)	2 %
โพแทสเซียม (Potassium) 15 มก. (mg)	0 %

*ร้อยละของค่าอ้างอิงสารอาหารต่อวันสำหรับคนไทย อายุตั้งแต่5ปีขึ้นไป ใช้พลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี (Percent Thai Reference Daily Intakes, based on a 2,000 kcal)

Date of Issue 11 July 2024

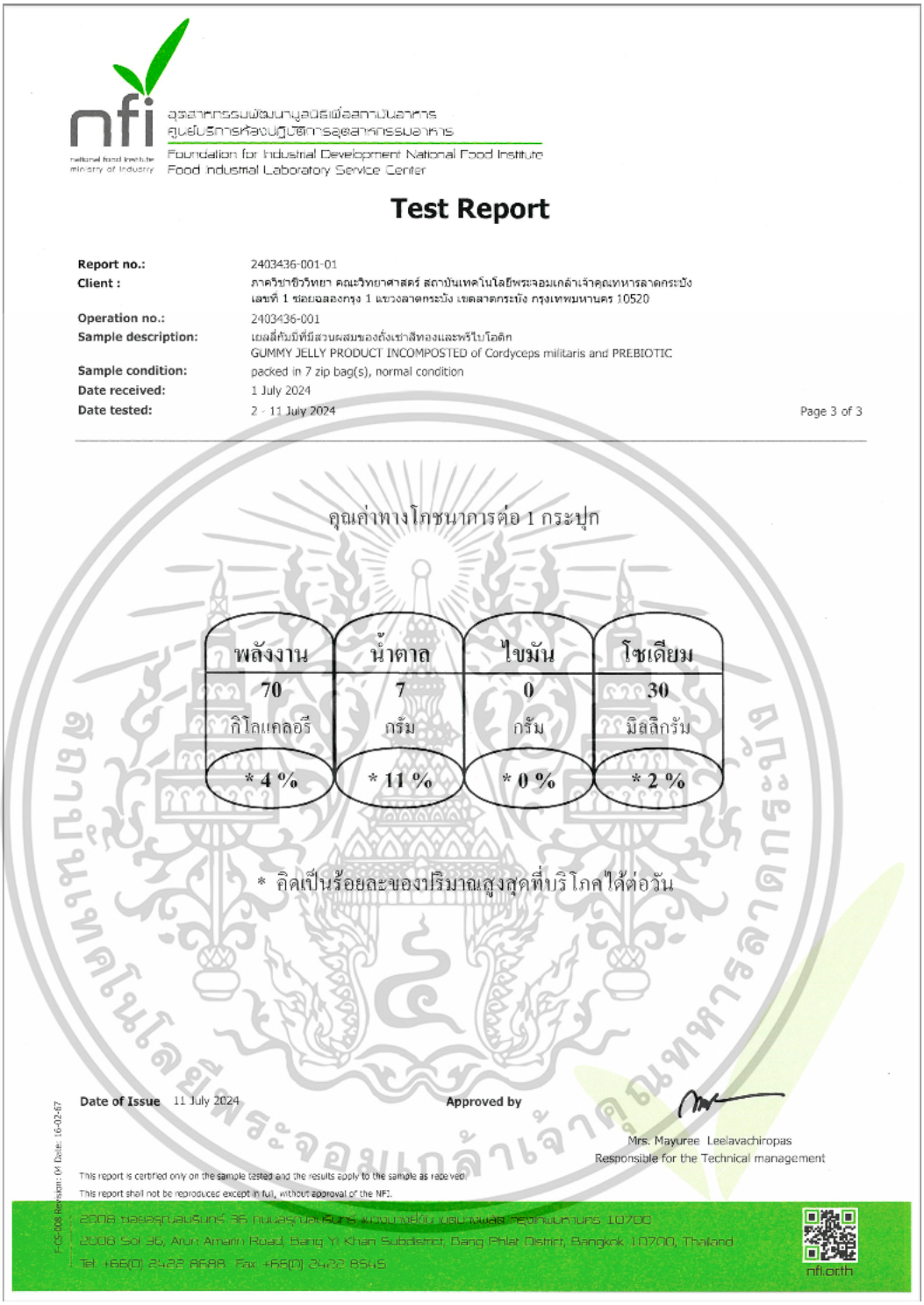
Approved by

Mrs. Mayuree Leelavachiropas
Responsible for the Technical management

This report is certified only on the sample tested and the results apply to the sample as received.
This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

2008 ซอยอรุณอมรินทร์ 36 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงบางยี่เรือ เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
2008 Soi 36, Arun Amarin Road, Bang Yi Khan Subdistrict, Bang Phlat District, Bangkok 10700, Thailand
Tel: +66(0) 2422 8688 Fax: +66(0) 2422 8545
nfi.or.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สถาบันอาหาร
national food institute
ministry of industry

อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร
ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร
Foundation for Industrial Development National Food Institute
Food Industrial Laboratory Service Center

Test Report

Report no.:	2403436-001-01
Client :	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
Operation no.:	2403436-001
Sample description:	เยลลี่กัมมี่ที่มีส่วนผสมของถั่งเช่าสีทองและพรีไบโอติก GUMMY JELLY PRODUCT INCOMPOSTED of Cordyceps militaris and PREBIOTIC
Sample condition:	packed in 7 zip bag(s), normal condition
Date received:	1 July 2024
Date tested:	2 - 11 July 2024

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 กระปุก

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
70	7	0	30
กิโลแคลอรี	กรัม	กรัม	มิลลิกรัม
* 4 %	* 11 %	* 0 %	* 2 %

* คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

Date of Issue 11 July 2024

Approved by

Mrs. Mayuree Leelavachiropas
Responsible for the Technical management

This report is certified only on the sample tested and the results apply to the sample as received.
This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

FQS-008 Revision: 04 Date: 16-02-67

2008 ซอยฉลองกรุง 36 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10700
2008 Soi 36, Arun Amarin Road, Bang Yi Khan Subdistrict, Bang Phlat District, Bangkok 10700, Thailand
Tel. +66(0) 2422 8688 Fax: +66(0) 2422 8545

nfi.or.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

การตรวจหาแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มและ *E.coli* ในอาหาร

1. การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 50.0 + 0.1 กรัม ลงในถุงปั่นตัวอย่าง จากนั้นเติม 450 มิลลิลิตร ของ Butterfield's phosphate-buffered water ปั่นตัวอย่างนาน 2 นาที แล้วนำมาเจือจางเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ

หมายเหตุ สำหรับอาหารแช่แข็ง ก่อนชั่งน้ำหนักตัวอย่างต้องทำให้อาหารละลายนตู้เย็นอุณภูมิ 2-5"C เป็นเวลาไม่เกิน 18 ชั่วโมง ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้ให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง

2 วิธีทดสอบ Coliforms, Fecal coliforms และ *Escherichia coli* โดยวิธี Most Probable Number (MPN Method) (อ้างอิงวิธี BAM, Chapter 4)

เจือจางตัวอย่างให้มีระดับความเจือจาง 10^1, 10^2 และ 10^3 จากนั้นให้ทำ 3-tube MPN โดยใช้ series 3:3:3

2.1 MPN - Presumptive test for coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli*

ปีเปตสารละลายตัวอย่าง ในแต่ละระดับความเจือจางของ 3 tube MPN อย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ LST ที่มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ ความเจือจางละ 3 หลอด รวม 9 หลอด (ให้สังเกตด้วยว่าไม่มีฟองอากาศอยู่ในหลอดดักแก๊ส) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เริ่มคัดหลอดที่เกิดแก๊สที่เวลา 24 ± 2 ชั่วโมงสำหรับหลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้บ่มต่อไปอีก ให้ครบเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง เลือกหลอดที่เกิดแก๊ส และบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม BACTERIOLOGICAL ANALYSIS : Coliform, Fecal coliform และ *Escherichia coli* (3:3:3) (F-TM-06-1)

2.2 MPN - Confirmed test for coliforms

ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่เกิดแก๊สลงใน BGLB หลอดละ 1 loop นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 + 2 ชั่วโมง เลือกหลอดที่เกิดแก๊สนำไปอ่านค่าจากตารางที่ 1 MPN 3:3:3 มีหน่วยเป็น MPN/g ตัวอย่าง และบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม (F-TM-06-1)

2.3 MPN - Confirmed test for fecal coliforms and *Escherichia coli*

ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส ลงใน EC broth ที่มีหลอดดักแก๊สคว่ำอยู่ หลอดละ 1 loop โดยถ่ายเชื้อหลอดต่อหลอด นำ EC broth ไปบ่มใน Water bath ที่อุณหภูมิ 45.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง เริ่มคัดหลอดที่เกิดแก๊สที่เวลา 24 + 2 ชั่วโมง ถ้าให้ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

negative (ไม่เกิดแก๊ส ให้บ่มต่อไปอีกจนครบเวลา 48 : 2 ชั่วโมง คัดเลือกหลอด EC broth ที่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส นำไปอ่านค่าจากตารางที่ 1 MPN 3:3:3 ค่าที่อ่านได้เป็นค่าของ Fecal coliforms มีหน่วยเป็น MPN/g ตัวอย่าง และบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม (F-TM-06-1)

2.4 MPN – Completed test for *E. coli*

ใช้ loop ถ่ายเชื้อจาก EC broth ที่เกิดแก๊สมา Streak บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ L-EMB agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *E. coli* บนL-EMB agar จะมีลักษณะสีม่วงหรือดำ ตรงกลางโคโลนีมีสีดำ อาจมีหรือไม่มีลักษณะมันวาวคล้ายโลหะ (Metallic sheen เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวมา Streak บน PCA slant จำนวน 5 โคโลนี นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง เพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีต่อไป

2.5 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

1) ทดสอบการสร้าง Indole

ถ่ายเชื้อจาก PCA Slant ใส่ในหลอด Tryptone broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทดสอบการสร้าง Indole โดยหยดสารทดสอบ Kovac's reagent 0.2 - 0.3 มิลลิลิตร หากเชื้อสามารถสร้าง Indole ได้ จะเกิดวงแหวนสีแดงอ่านผลเป็นบวก ส่วนผลลบจะไม่เกิดวงแหวนสีแดง

2) การทดสอบ Voges-Proskaure (VP)

ถ่ายเชื้อจาก PCA Slant ใส่ในหลอด MR-VP medium นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง ดูดมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเปล่าขนาด 13 X 100 มิลลิเมตร ที่ฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นนำมาหยดสาร α-naphtol 0.6 มิลลิลิตร, 40% KOH 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และ เติมผง creatine เล็กน้อย เขย่าให้ผสมกัน อ่านผลภายใน 2 ชั่วโมง หากเกิดสีชมพูแดงอ่านผลเป็นบวก และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอ่านผลเป็นลบ

3) การทดสอบ Methyl red (MR)

หลังจากทดสอบ VP แล้วให้บ่ม MR-VP medium ต่อไปอีกให้ครบ 48+2 ชม. ที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาทดสอบ Methy Red โดยค่อย ๆ หยดสารทดสอบ Methyl red 5 หยด หากสีของอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีแดง อ่านผลเป็นบวก แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่านผลเป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การทดสอบการใช้ Citrate

ถ่ายเชื้อจาก PCA Slant ลงใน Koser's citrate broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ± 2 ชั่วโมง หากอาหารเลี้ยงเชื้อขุ่น อ่านผลเป็นบวก ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อไม่เปลี่ยนแปลง อ่านผลเป็นลบ *E.coli* จะให้ผลลบเสมอ

5) การทดสอบการสร้างแก๊สจากน้ำตาล Lactose

ถ่ายเชื้อจาก PCA Slant ลงในหลอด LST นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง ถ้าเกิดแก๊สในหลดดดักแก๊สด่านผลในบวกคณสมทัติทางชีวเคมีขคงเชื้อ E.coli

ชนิดของ *E. coli*	Indole	MR	VP	Citrate
E. coli Type I	+	+	-	-
E. coli Type II	-	+	-	-

2.6 การรายงานผล

นับจำนวนหลอดที่พบเชื้อ *E . col* ของแต่ละความเจือจาง นำไปอ่านค่าจากตาราง MPN 3:3:3 ในภาคผนวก : ตารางที่ 1 รายงานผลเป็น MPN/g ตัวอย่าง

ตารางที่ 1 : สำหรับ 3 หลอด แต่ละหัวเชื้อที่ 0.1, 0.01 และ 0.001 กรัม, MPNs ต่อ กรัม และช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Pos. tubes			MPN/g	Conf. lim.		Pos. tubes			MPN/s	Conf. lim.	
0.1	0.01	0.001		Low	High	0.1	0.01	0.001		Low	High
0	0	0	<3.0	--	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นับจำนวนหลอดที่พบเชื้อ *E . col* ของแต่ละความเจือจาง นำไปอ่านค่าจากตาราง MPN 3:3:3 ในภาคผนวก : ตารางที่ 1 รายงานผลเป็น MPN/g ตัวอย่าง (ต่อ)

1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	12	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ

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

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (3) (4) (5) (6) (7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติ อาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้ กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

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

ข้อ 2 ให้แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือ มาตรฐาน

ข้อ 3 ในประกาศนี้

“แยม” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากส่วนประกอบผลไม้ซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็น ชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับน้ำตาลหรือจะผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้น เหนียวพอเหมาะ

“เยลลี่” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือ ทำจากน้ำผลไม้ล้วนที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้น หรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองและผสมกับน้ำตาลทำให้มีความข้น เหนียวพอเหมาะ ทั้งนี้ให้รวมถึงเยลลี่ที่อยู่ในลักษณะแห้งด้วย

“มาร์มาเลด” หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลไม้ตระกูลส้มซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่นผสมกับเปลือกหรือเนื้อผลไม้ชิ้นบาง ๆ และน้ำตาล หรือจะผสมน้ำผลไม้ตระกูลส้ม ด้วยก็ได้ และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ

เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติตามประกาศนี้ คำว่า “ผลไม้” ให้หมายความรวมถึงผักที่เหมาะสมใน การใช้ทำแยมและเยลลี่ซึ่งสด ไม่เน่าเสีย ไม่เป็นโรค หรือมีรา ล้างกำจัดผงฝุ่นละอองสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และสิ่งอื่นที่ติดปนมาด้วยแล้ว

ข้อ 4 แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) มีกลิ่นรสตามลักษณะเฉพาะของแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด แล้วแต่กรณี

(2) มีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก

(3) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5

(4) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(5) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(6) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กรัม แล้วแต่ กรณี โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(7) ไม่มีวัตถุที่ให้ความหวานชนิดอื่นนอกจากน้ำตาล

(8) ตรวจพบสารปนเปื้อนดังต่อไปนี้ได้ไม่เกิน

(8.1) ตะกั่ว 1 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม

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

ข้อ 5 แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด นอกจากต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 4 แล้ว ให้มีคุณภาพ หรือมาตรฐานดังต่อไปนี้ด้วย คือ

(1) แยมที่ทำจากผลไม้ชนิดเดียว ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก เว้นแต่ ผลไม้ดังต่อไปนี้ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้ตามที่กำหนด ดังนี้

(1.1) ฝรั่ง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนัก

(1.2) เนื้อมะม่วงหิมพานต์ ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

(1.3) กระเจี๊ยบ ขิง มะม่วง ให้มีไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของน้ำหนัก

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

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

(4) แยมที่ทำจากผลไม้ตั้งแต่ 4 ชนิด ให้มีส่วนที่เป็นผลไม้หลักไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 แต่ไม่เกิน ร้อยละ 75 ของผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบทั้งหมด

(5) เยลลี่ ให้มีน้ำผลไม้หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ใช้ทำไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

(6) มาร์มาเลด ให้มีปริมาณผลไม้ที่ใช้ทำโดยรวมทั้งเนื้อ น้ำ หรือส่วนน้ำที่สกัดได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 20 ของน้ำหนัก โดยไม่รวมเปลือก

ข้อ 6 การใช้วัตถุเจือปนอาหาร สีผสมอาหาร หรือวัตถุแต่งกลิ่นรสอาหารในแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 7 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด เพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวง สาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 8 การใช้ภาชนะบรรจุแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่า ด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 9 การแสดงฉลากของแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่า ด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 10 ให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 89 (พ.ศ. 2528) เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับยังคงใช้ต่อไปได้อีกสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้ บังคับ

ข้อ 11 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อน วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอ ดังกล่าวแล้วให้ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 7 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้คงใช้ฉลาก เดิมที่เหลืออยู่ต่อไปจนกว่าจะหมดแต่ต้องไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 12 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราช กิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน พ.ศ.2543

กร ทัพพะรังสี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 118/ตอนพิเศษ 6 ง หน้า 103-107/24 มกราคม พ.ศ.2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 100) พ.ศ. 2529
เรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้วุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เป็นอาหารที่ต้องมีฉลาก

ข้อ 2 ในประกาศนี้

วุ้นสำเร็จรูป หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะนุ่มและยืดหยุ่นเป็นวุ้น ทำจากน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก และอาจมีน้ำผลไม้ผสมอยู่ หรือปรุงแต่งด้วยสีหรือสารแต่งกลิ่นรสอีกด้วยก็ได้ และให้หมายความรวมถึงวุ้นสำเร็จรูปที่เป็นชนิดแห้งด้วย

ขนมเยลลี่ หมายความว่า วุ้นสำเร็จรูปที่มีน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนักและไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนัก และให้หมายความรวมถึงขนมเยลลี่ที่เป็นชนิดแห้งด้วย

น้ำผลไม้ หมายความว่า น้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองแล้ว และให้หมายความรวมถึงผักที่เหมาะสมในการทำวุ้นสำเร็จรูป และขนมเยลลี่ด้วย

ข้อ 3 การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 68 (พ.ศ. 2525) เรื่อง ฉลาก ลงวันที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2525 ยกเว้นข้อ 3 ให้ปฏิบัติตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุขฉบับนี้

ข้อ 4 ฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ที่จำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค ต้องมีข้อความเป็นภาษาไทย แต่จะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ และจะต้องมีข้อความแสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(1) ชื่ออาหาร

(2) เลขทะเบียนตำรับอาหาร (ถ้ามี)

(3) ชื่อของวัตถุที่เป็นตัวทำให้นุ่มและยืดหยุ่นเป็นวุ้น ไว้ในวงเล็บกำกับชื่ออาหาร

(4) ปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนักของน้ำผลไม้ที่เป็นส่วนประกอบกำกับชื่อไว้ด้วย กรณีที่เป็นขนมเยลลี่

(5) ชื่อและที่ตั้งของสถานที่ผลิต หรือของผู้แบ่งบรรจุเพื่อจำหน่าย แล้วแต่กรณี วุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ที่ผลิตในประเทศอาจแสดงสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิตหรือของผู้แบ่งบรรจุก็ได้ สำหรับวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ที่นำเข้าให้แสดงประเทศผู้ผลิต

(6) ปริมาณสุทธิเป็นระบบเมตริก

(ก) อาหารที่เป็นผง หรือแห้ง ให้แสดงน้ำหนักสุทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) อาหารที่มีลักษณะครึ่งแข็งครึ่งเหลว อาจแสดงเป็นน้ำหนักสุทธิหรือปริมาตร สุทธิก็ได้

(7) ส่วนประกอบที่สำคัญเป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณ

(8) วัน เดือน และปีที่หมดอายุโดยมีคำว่า "หมดอายุ" กำกับไว้ด้วย เว้นแต่ขนมเยลลี่และวุ้นสำเร็จรูปชนิดแห้ง อาจแสดงวัน เดือน และปีที่ผลิต หรือ เดือน และปีที่หมดอายุ โดยมีคำว่า "ผลิต" หรือ "หมดอายุ" กำกับไว้ด้วย แล้วแต่กรณี

(9) วิธีปรุงเพื่อรับประทาน (ถ้ามี)

(10) คำเตือนในการบริโภค (ถ้ามี)

(11) คำแนะนำในการเก็บรักษา (ถ้ามี)

(12) ข้อความว่า "เจือสีธรรมชาติ" หรือ "เจือสีสังเคราะห์" ถ้ามีการใช้ แล้วแต่กรณี

(13) ข้อความว่า "แต่งกลิ่นธรรมชาติ" "แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ" "แต่งกลิ่นสังเคราะห์" "แต่งรสธรรมชาติ" หรือ "แต่งรสเลียนธรรมชาติ" ถ้ามีการใช้ แล้วแต่กรณี

(14) ข้อความว่า "ใช้วัตถุกันเสีย" ถ้ามีการใช้

(15) ข้อความว่า "เด็กควรบริโภคแต่น้อย" ด้วยตัวอักษรสีแดงขนาด 5 มิลลิเมตร ในกรอบ พื้นสีขาว ในกรณีที่เป็นวุ้นสำเร็จรูป

ข้อ 5 ประกาศฉบับนี้

(1) ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

(2) ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ซึ่งวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ฉลากไว้แล้วหรือที่ได้จัดทำฉลากไว้ใช้ก่อนวันที่ประกาศฉบับที่ใช้บังคับยื่นคำขอแก้ไข เปลี่ยนแปลง ให้ถูกต้องหรือขอใช้ฉลากภายในหกสิบวันนับแต่วันที่ประกาศฉบับนี้ ใช้บังคับ และเมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้คงใช้ฉลากนั้นไป พลางก่อนได้จนกว่าจะได้รับอนุญาตหรือถึงวันที่ผู้อนุญาตได้แจ้งให้ทราบถึงการไม่อนุญาตให้ใช้ฉลากนั้นต่อไป

ในการอนุญาตให้ใช้ฉลากใหม่ตามวรรคหนึ่ง ถ้าปรากฏว่าฉลากเดิมที่ได้จัดทำไว้ใช้ก่อน วันที่ประกาศฉบับนี้ใช้บังคับเหลืออยู่ และไม่ถูกต้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับนี้ ผู้อนุญาตจะ อนุญาตให้ใช้ฉลากเดิมไปพลางก่อนจนกว่าจะหมดก็ได้ แต่ต้องไม่เกินหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่ประกาศ ฉบับนี้ใช้บังคับ

ประกาศ ณ วันที่ 10 เมษายน พ.ศ.2529

เทอดพงษ์ ไชยนันทน์

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ รักษาราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103/ตอนที่ 81/ฉบับพิเศษ หน้า 9-12/13 พฤษภาคม พ.ศ.2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฎ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 194 เรื่องฉลากอาหาร พ.ศ.2543

ฉลากอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 194 เรื่องฉลากอาหาร พ.ศ.2543 ให้คำนิยามของฉลากอาหาร รูป รอยประดิษฐ์ เครื่องหมาย หรือข้อความใดๆ ที่แสดงไว้ที่อาหาร ภาชนะบรรจุ หรือหีบห่อของภาชนะที่บรรจุอาหาร (รวมถึงแผ่นพับและฉลากคอขวด) โดยกำหนดให้อาหารทุกชนิดที่ผู้ผลิตไม่ได้เป็นผู้ขายอาหารนั้นให้กับผู้บริโภคโดยตรงต้องแสดงฉลากบนภาชนะบรรจุ ข้อมูลที่แสดงบนฉลากอาหารนั้นสามารถจำแนกตามวัตถุประสงค์ได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. ข้อมูลความปลอดภัย ประกอบด้วย วันที่ผลิต/หมดอายุ วิธีการเก็บรักษา วิธีปรุง คำเตือนต่างๆ (กรณีที่กฎหมายกำหนด)

2. ข้อมูลความคุ้มค่า ประกอบด้วย ชื่อ/ประเภทของอาหาร ส่วนประกอบซึ่งเรียงลำดับตามปริมาณที่ใช้จากมากไปน้อย และปริมาณอาหาร (น้ำหนัก หรือปริมาตร) ในภาชนะบรรจุ

3. ข้อมูลเพื่อการโฆษณา ได้แก่ รูปภาพและข้อความกล่าวอ้างต่างๆ

4. ข้อมูลเพื่อแสดงความเชื่อมั่น ได้แก่ ยี่ห้ออาหาร ชื่อและที่อยู่ของผู้ผลิต ผู้จำหน่ายหรือผู้นำเข้า เครื่องหมาย อย. (กรณีที่กฎหมายกำหนด) และตราสัญลักษณ์ต่างๆ

แนวทางในการแสดงฉลาก

1. การแสดงฉลากอาหารที่จำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค ของอาหารกลุ่ม 1, กลุ่ม 2 และกลุ่ม 3 ต้องแสดงข้อความเป็นภาษาไทยจะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ และต้องแสดงรายละเอียด

1.1 ชื่ออาหาร ชื่ออาหารภาษาไทยต้องมีข้อความต่อเนื่องกันในแนวนอน ขนาดของตัวอักษรใกล้เคียงกัน สีเดียวกัน ถ้าแสดงบรรทัดเดียวได้ไม่หมดก็แยกเป็นหลายบรรทัดก็ได้ และชื่ออาหารภาษาไทยจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าชื่ออาหารภาษาต่างประเทศ

1.2 เลขสาระบบอาหาร ในเครื่องหมาย ด้วยตัวเลขที่มีสีตัดกับสีพื้นของกรอบ และมีขนาดไม่เล็กกว่า 2 มิลลิเมตร สีของกรอบตัดกับสีพื้นของฉลาก

1.3 ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุ เพื่อจำหน่าย แล้วแต่กรณี โดยมีคำว่า “ผลิตโดย” หรือ “ผลิต-แบ่งบรรจุโดย” กำกับ สำหรับอาหารที่ผลิตภายในประเทศอาจแสดงสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิตหรือของผู้แบ่งบรรจุก็ได้ ในกรณีที่เป็นอาหารนำเข้าให้แสดงชื่อและที่ตั้งของผู้นำเข้าและประเทศผู้ผลิตด้วย

1.4 ปริมาณสุทธิของอาหารเป็นระบบเมตริก ถ้าเป็นอาหารผงหรือแห้งหรือก้อนให้แสดงน้ำหนักสุทธิ ถ้าอาหารเป็นของเหลวให้แสดงเป็นปริมาตรสุทธิ ในกรณีที่เป็นอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ถ้าแยกเนื้ออาหารออกจากน้ำได้ให้แสดงน้ำหนักเนื้ออาหารด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ส่วนประกอบที่สำคัญเป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณ โดยแสดงจากปริมาณมากไปหาน้อย กรณีที่เป็นอาหารที่ต้องเจือจางหรือทำละลายก่อนบริโภค ให้แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารเมื่อเจือจางหรือทำละลายตามวิธีปรุงเมื่อรับประทานตามที่แจ้งไว้ในฉลาก

1.6 ข้อความว่า “ใช้วัตถุกันเสีย” ถ้ามีการใช้

1.7 ข้อความว่า “เจือสีธรรมชาติ” หรือ “เจือสีสังเคราะห์” แล้วแต่กรณีที่มีการใช้

1.8 ข้อความว่า “..... เป็นวัตถุปรุงแต่งรสอาหาร” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดของวัตถุปรุงแต่งที่ใช้) เช่น กรณีที่เป็นโมโนโซเดียมกลูตาเมทให้แสดงข้อความว่า “ใช้โมโนโซเดียมกลูตาเมท เป็นวัตถุปรุงแต่งรสอาหาร”

1.9 ข้อความว่า “ใช้ ..... เป็นวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุชนิดของวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ใช้) ด้วยตัวอักษรขนาดไม่เล็กกว่า 2 มิลลิเมตร สีของตัวอักษรตัดกับสีพื้นของฉลาก เช่น กรณีที่เป็นแอสปาร์แตม (aspatame) ให้แสดงข้อความว่า “ใช้แอสปาร์แตมเป็นวัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล”

1.10 ข้อความว่า “แต่งกลิ่นธรรมชาติ” , “แต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ” , “แต่งกลิ่นสังเคราะห์” , “แต่งรสธรรมชาติ” หรือ “แต่งรสเลียนธรรมชาติ” แล้วแต่กรณีถ้ามีการใช้

1.11 แสดงวันเดือนปีที่ผลิต หรือหมดอายุการใช้ หรือควรบริโภคก่อน โดยมีคำว่า “ผลิต” หรือ “หมดอายุ” หรือ “ควรบริโภคก่อน” กำกับ แล้วแต่กรณีดังต่อไปนี้

ก. อาหารที่เก็บได้ไม่เกิน 90 วัน ให้แสดงวันเดือนปีที่ผลิต หรือหมดอายุ หรือควรบริโภคก่อน

ข. อาหารที่เก็บได้เกิน 90 วัน ให้แสดงเดือนปีที่ผลิต หรือวันเดือนปีที่หมดอายุ หรือวันเดือนปีที่ควรบริโภคก่อน

ค. อาหารที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนดให้แสดงวันเดือนปีที่หมดอายุ เช่น นมเปรี้ยว นมพาสเจอร์ไรส์ ขนมปัง ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์

1.12 คำแนะนำในการเก็บรักษา (ถ้ามี)

1.13 วิธีปรุงเพื่อรับประทาน (ถ้ามี)

1.14 วิธีการใช้และข้อความที่จำเป็นสำหรับอาหารที่มุ่งหมายจะใช้กับทารกหรือเด็กอ่อนหรือบุคคลกลุ่มใดใช้โดยเฉพาะ

1.15 ข้อความที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากำหนด สำหรับอาหารกลุ่ม 4 อย่างน้อยต้องแสดงข้อความ 1.ชื่ออาหาร 2.ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุเพื่อจำหน่ายแล้วแต่กรณี โดยมีคำว่า “ผลิตโดย” หรือ “ผลิต-แบ่งบรรจุโดย” กำกับสำหรับอาหารที่ผลิตภายในประเทศอาจแสดงสำนักงานใหญ่ของผู้ผลิตหรือของผู้แบ่งบรรจุก็ได้ ในกรณีที่เป็นอาหารนำเข้าให้แสดงประเทศผู้ผลิตด้วย 3.ปริมาณสุทธิของอาหารเป็นระบบเมตริก 4.วันเดือนปีที่ผลิต หรือหมดอายุการใช้ หรือควรบริโภคก่อน โดยมีคำว่า “ผลิต” หรือ “หมดอายุ” หรือ “ควรบริโภคก่อน” กำกับ

2. การแสดงฉลากที่มิได้จำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค แต่จำหน่าย ให้กับผู้ปรุงหรือผู้จำหน่ายอาหาร ให้แสดงเหมือนกับฉลากที่จำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค เว้นแต่กรณีมีคู่มือหรือเอกสารประกอบที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของอาหาร คำแนะนำในการเก็บรักษา วิธีปรุงเพื่อรับประทาน วิธีการใช้ และข้อความที่จำเป็นสำหรับอาหารที่มุ่งหมายจะใช้กับทารกหรือเด็กอ่อนหรือบุคคลกลุ่มใดใช้เฉพาะ การใช้วัตถุกันเสีย วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาล เจือสี แต่งกลิ่น การใช้วัตถุปรุงแต่งรสอาหารอยู่แล้ว จะแสดงฉลากเพียงชื่ออาหาร ชื่อและที่ตั้งผู้ผลิตหรือผู้แบ่งบรรจุ ปริมาณสุทธิ เลขสารบบอาหาร และวันเดือนปีที่ผลิต หรือหมดอายุการใช้ หรือควรบริโภคก่อนก็ได้

3. การแสดงฉลากของอาหารที่ผลิตเพื่อส่งออก จะแสดงข้อความเป็นภาษาใดก็ได้ แต่อย่างน้อยต้องมีข้อความดังต่อไปนี้

3.1 ประเทศผู้ผลิต

3.2 เลขสารบบอาหาร (ถ้ามี)

3.3 การแสดงฉลากจะต้องเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องฉลาก

ทั้งนี้ข้อมูลสำคัญบนฉลากอาหารที่ผู้บริโภคควรให้ความสนใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารให้ปลอดภัย คือวันที่ผลิต/หมดอายุ และเครื่องหมาย อย. ซึ่งประกอบด้วยเลข อย. หรือเลขสารบบอาหารที่เปรียบเสมือนลายนิ้วมือของผลิตภัณฑ์อาหาร เลขสารบบอาหารประกอบด้วยตัวเลข 13 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฏ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง แนวทางการพิจารณาอนุญาตถั่งเช่าสีทองเป็นอาหารหรือส่วนประกอบในอาหาร พ.ศ.2562

ถั่งเช่าสีทอง สายพันธุ์ *Cordyceps militaris* เป็นเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแบบเทียม (artificial cultivation) เพื่อพัฒนาให้มีสารสำคัญต่างๆ ใกล้เคียงกับสายพันธุ์ที่เพาะปลูกโดยวิธีธรรมชาติ เช่น *Cordyceps sinensis* เป็นต้น โดยสารสำคัญจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีหรือเทคนิคการเพาะเลี้ยง ทั้งนี้ อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เพาะเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง ต้องเป็นส่วนประกอบที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์ได้ (food grade) เท่านั้น

1. คุณภาพมาตรฐาน *C.militaris*

ข้อกำหนด	รายละเอียด
1. ข้อกำหนดทั่วไป ส่วนที่ใช้ (part of use)	ไมซีเลียม (mycelium) ของ *Cordyceps militaris*
2.ข้อกำหนดด้านเอกลักษณ์ ปริมาณสารสำคัญ/สารออกฤทธิ์/สารบ่งชี้ (marker)	คอร์ดิเซปิน (Cordycepin) ไม่เกิน 30 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม อะดีโนซีน (Adenosine) ไม่เกิน 170 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม
3. กระบวนการผลิต	อบแห้งหรืออบแห้งบดผง
4. ข้อกำหนดสารปนเปื้อน สารหนู Arsenic (As) ตะกั่ว Lead (Pb) ปรอท Mercury (Hg)	 ไม่เกิน 2 มล./กล. ไม่เกิน 1 มล./กล. ไม่เกิน 0.5 มล./กล.
5. ข้อกำหนดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *Escherichia coli* *Salmonella spp.* *Staphylococcus aureus*	 น้อยกว่า 3.0 MPN/กรัม ไม่พบในอาหาร 25 กรัม ไม่พบในอาหาร 0.1 กรัม

ทั้งนี้ กระบวนการผลิต คุณภาพมาตรฐานอื่นๆ และการแสดงฉลากอาหาร ต้องเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เงื่อนไขการใช้

ถั่งเช่าสีทองอบแห้งหรือบดผง อนุญาตให้ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และเครื่องดื่มใน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ปริมาณไม่เกิน 230 มิลลิกรัมต่อวัน โดยต้องมีปริมาณสารสำคัญ คอร์ดิเซปิน ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกรัม (ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และสารอะดิโนซีน ไม่เกิน 1.7 มิลลิกรัมต่อกรัม (ไม่เกิน 170 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

3.การแสดงคำเตือน

3.1 เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น แสดงคำเตือนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร กรณีเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีถั่งเช่าสีทองอบแห้งหรือบดผงเป็นส่วนประกอบ

3.2 ยังไม่สามารถแสดงการกล่าวอ้างทางสุขภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มี *C. militaris* เป็นส่วนประกอบได้ ทั้งนี้ หากผู้ประกอบการมีความประสงค์จะกล่าวอ้างทางสุขภาพ ต้องนำส่งเอกสารหลักฐานประกอบการพิจารณาตามคู่มือประชาชน เรื่อง การประเมินการกล่าวอ้างทางสุขภาพ

4. การอนุญาต- ถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) อบแห้งหรืออบแห้งบดผงที่มีวัตถุประสงค์การใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารเท่านั้น

<u>4.1 สถานที่</u>

1) กรณีผลิต : ยื่นแบบ สบ.1 หรือ อ.1 แล้วแต่กรณี โดยสถานที่ผลิตจะได้รับการตรวจประเมินตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 342) พ.ศ. 2555 เรื่อง วิธีการผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารแปรรูปที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย (Primary GMP)

2) กรณีนำเข้า : ยื่นแบบ อ.6

<u>4.2 ผลิตภัณฑ์</u> (กรณีประสงค์จะขอเลขสารบบอาหาร)

ยื่นแบบ สบ.7 (e-submission) ประเภทอาหารทั่วไป ได้แก่ พืชและผลิตภัณฑ์จากพืชพร้อมส่งเอกสารเพิ่มเติมเพื่อประกอบการพิจารณา ดังนี้

- เอกสารคุณภาพมาตรฐาน (Specification) ของถั่งเช่าสีทอง โดยมีรายละเอียดตามที่ระบุไว้ ในข้อ 1
- รายงานผลวิเคราะห์: ปริมาณสารสำคัญของถั่งเช่าสีทอง ได้แก่ คอร์ดิเซปิน และอะดีโนซีน, สารปนเปื้อน และจุลินทรีย์ก่อโรคโดยมีรายละเอียดตามที่ระบุไว้ในข้อ 1

5. การอนุญาต- ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) อบแห้งหรืออบแห้งบดผงเป็นส่วนประกอบ

<u>5.1 สถานที่</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กรณีผลิต: ยื่นแบบ สบ.1 หรือ อ.1 แล้วแต่กรณี และตรวจประเมินสถานที่ผลิตตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องตามประเภทอาหารชนิดนั้นๆ

2) กรณีนำเข้า: ยื่นแบบ อ.6

5.2 ผลิตภัณฑ์

ยื่นขออนุญาตผลิตภัณฑ์ตามเงื่อนไขของอาหารแต่ละประเภท พร้อมส่งเอกสารเพิ่มเติมดังนี้

- สำหรับถั่งเช่าสีทอง ได้รับอนุญาตและมีเลขสารบบอาหารแล้ว ให้แจ้งเลขสารบบอาหารของถั่งเช่าสีทอง เพื่อประกอบการพิจารณา หากถั่งเช่าสีทองไม่มีเลขสารบบอาหาร“ต้อง” ส่งเอกสารเอกสารคุณภาพมาตรฐาน (Specification) ของถั่งเช่าสีทอง ที่ระบุปริมาณสารสำคัญ ได้แก่ คอร์ดิเซปิน และอะดีโนซีน
- รายงานผลวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของถั่งเช่าสีทอง ได้แก่ คอร์ดิเซปิน และอะดีโนซีน ในผลิตภัณฑ์

6. ข้อกำหนดอื่นๆ

กรณีต้องการขออนุญาตถั่งเช่าสีทองที่มีคุณภาพมาตรฐาน หรือเงื่อนไขการใช้นอกเหนือจากข้างต้น ขอให้ยื่นเอกสารประกอบการพิจารณาประเมินความปลอดภัยอาหารเพิ่มเติม โดยศึกษารายละเอียดจากคู่มือประชาชน เรื่อง การประเมินความปลอดภัยอาหาร

ข้อมูลสำนักอาหาร เผยแพร่ วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฑ

สุขลักษณะ

(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.1 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำสะอาด มีคุณภาพดีมีการลงหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่งให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล ชญานนท์ สุขจิต รหัสนักศึกษา 64605026
วัน เดือน ปีเกิด 4 ธันวาคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน 133/194 หมู่บ้านรื่นฤดี 3 ถ.หทัยราษฎร์ แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510
E-mail nonnabell.bell@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์ 0643394610

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2554 – 2556 มัธยมต้น โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กระบี่
- พ.ศ. 2557 – 2559 มัธยมปลาย โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย กระบี่
- พ.ศ. 2560 – 2564 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาคชีววิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พ.ศ. 2565 – 2567 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาคชีววิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- พ.ศ. 2562 ฝึกงานกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิชาโครงงานพิเศษ
- พ.ศ. 2562 ผู้ช่วยประธาฝ่ายประชาสัมพันธ์ สโมสรนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลงานทางวิชาการ

- เผยแพร่ในวารสารงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 7th International Conference on Food and Applied Bioscience 2024 คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “การหาปริมาณการสกัด *Cordyceps militaris* ด้วยน้ำบริสุทธิ์ พิเศษ เวลา และอุณหภูมิต่อปริมาณสารสำคัญ พอลิแซ็กคาไรด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University
155 Moo 2 Mae Here Sub-district, Muang , Chiang Mai, Thailand 50100
Tel : 66 53 948284
E mail: fabc.cmu@gmail.com

April 5, 2024

Dear Mr. Chayanon Sukjit,

Paper Title: Determination of Cordyceps militaris Extraction with Ultrapure Water, Time and Temperature on the Amount of Important Substances, Polysaccharide and Antioxidant Activity of Extracts

We are pleased to inform you that your manuscript has been accepted for publication in Proceeding of the International Conference on Food and Applied Bioscience 2024 which is conducted during February 8 – 9, 2024 at Kantary Hills Chiang Mai, Chiang Mai, Thailand.

Your manuscript has been forwarded to our production office where it will be prepared for publication in April, 2024.

Thank you very much for your kind contribution and cooperation.

Sincerely Yours,

Associate Professor Dr. Pichaya Poonlarp
Chairperson, The International Conference on Food and Applied Bioscience 2024
Associate Dean, Faculty of Agro-Industry
Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้