การปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน

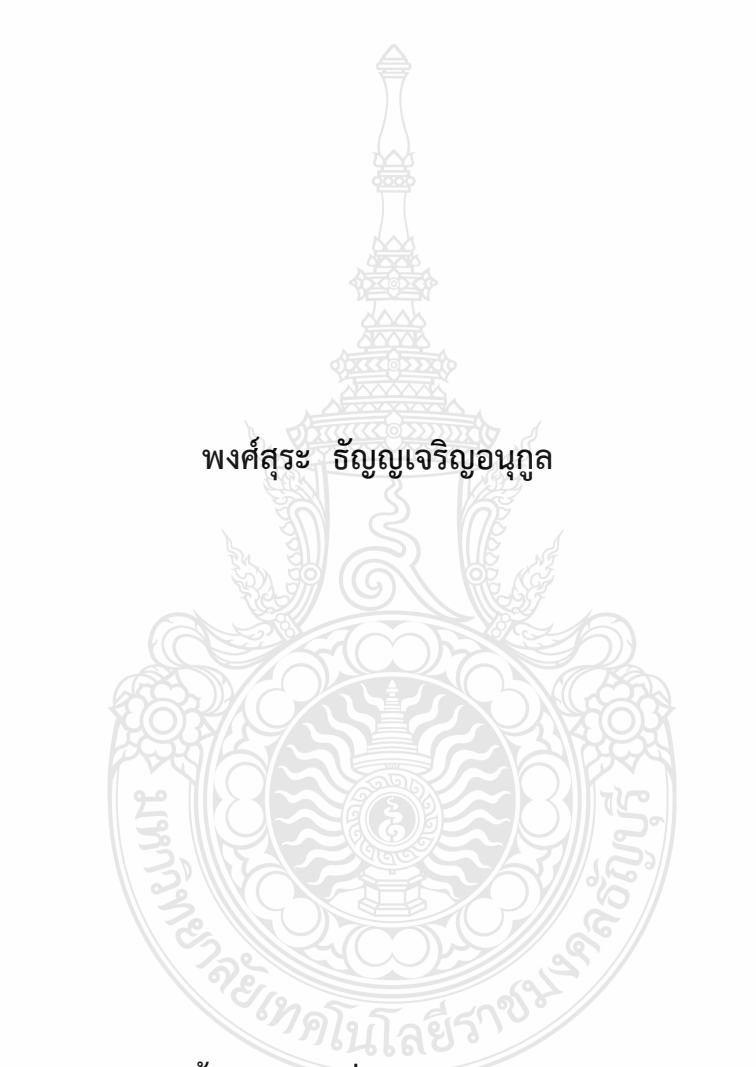
IMPROVEMENT OF SYNBIOTIC QUALITY IN YOGURT WITH JERUSALEM ARTICHOKE JELLY

พงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน

พงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน Improvement of Synbiotic Quality in Yogurt with Jerusalem Artichoke Jelly
ชื่อ – นามสกุล	นายพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พิมพ์สิรี สุวรรณ, Ph.D.
ปีการศึกษา	2563

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

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

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

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)
วันที่ 17 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2563

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน
ชื่อ - นามสกุล นายพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล
สาขาวิชา เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์พิมพ์สิรี สุวรรณ, Ph.D.
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก เพื่อศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวันและเพื่อศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการโยเกิร์ต โดยใช้แบบสอบถามในการศึกษาแนวทางการพัฒนาโยเกิร์ต ด้วยวิธี Central Location Test ในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 150 คน อายุ 15 ปี ขึ้นไป การศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ต โดยแปรปริมาณน้ำตาลซูโครส เป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 6.00, 8.00 และ 10.00 แปรปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ต เป็น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00 และ 4.00 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD การศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณคาราจีแนน โดยแปรปริมาณคาราจีแนนเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00, 2.50 และ 3.00 วางแผนการทดลองแบบ CRD และการศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน โดยแปรปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน เป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 35, 40 และ 45 วางแผนการทดลองแบบ CRD นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติซินไบโอติก โดยทดสอบการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* TISTR 117 ด้วยวิธี Agar Well Diffusion

จากการศึกษา พบว่า แนวความคิดที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาโยเกิร์ต คือ ผู้บริโภคต้องการให้โยเกิร์ตมีลักษณะเนียน มีรสหวานนำเปรี้ยว สามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ โดยใช้แก่นตะวันรูปแบบชิ้นเป็นวัตถุดิบเสริมลงไปในโยเกิร์ต สำหรับปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก คือ ปริมาณน้ำซูโครสร้อยละ 6.00 และปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ต ร้อยละ 2.00 โดยพบปริมาณแบคทีเรียแลคติก เท่ากับ 9.8×10^7 cfu/g ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารโพรไบโอติก ส่วนปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน คือ ปริมาณคาราจีแนน ร้อยละ 3.00 ซึ่งมีคะแนนความชอบด้านความแข็ง ความเหนียว และความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบสูงสุด และจากการศึกษาสมบัติซินไบโอติก พบว่า ปริมาณเยลลี่แก่นตะวันร้อยละ 35 ของปริมาณโยเกิร์ต เป็นปริมาณที่เหมาะสม สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Escherichia coli* TISTR 117 และผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ: ซินไบโอติก, โพรไบโอติก, พรีไบโอติก, เยลลี่แก่นตะวัน, โยเกิร์ต

Thesis Title	Improvement of Synbiotic Quality in Yogurt with Jerusalem Artichoke Jelly
Name-Surname	Mr. Pongsura Thanyacharoen-anukul
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Orawan Oupathumpanont, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Ms. Pimsiree Suwan, Ph.D.
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research aims to study the concept of nutritional quality improvement in yogurt products, the suitable quantity of sugar and leavening agent for probiotic yogurt production, the appropriate amount of carrageenan for the production of Jerusalem Artichoke jelly, and the synbiotic properties of the yogurt product of Jerusalem Artichoke jelly.

To study the concept of nutritional quality improvement in yogurt products, the researcher used a questionnaire related to yogurt consumption behavior utilizing Central Location Test in the area of Klong Hok sub-district in Klong Luang District located in Pathum Thani province with 150 participants, aged at least 15 years old. To study the suitable quantity of sugar and leavening agent for probiotic yogurt production, the researcher investigated the amount of sucrose and that of yogurt leavening agent by converting the amount of sucrose into 3 levels: 6.00, 8.00 and 10.00% whereas the amount of yogurt inoculation was converted into 2 levels: 2.00 and 4.00% with the experimental research of factorial design in CRD. To study the appropriate amount of carrageenan for the production of Jerusalem Artichoke jelly, the amount of carrageenan was investigated by being assigned into 3 levels: 2.00, 2.50 and 3.00% with the experimental design of CRD. Lastly, to study the synbiotic properties of the yogurt product of Jerusalem Artichoke jelly, the amount of Jerusalem Artichoke jelly was investigated by being assigned into 3 levels: 35.00, 40.00 and 45.00% of the yogurt with the experimental design of CRD. Synbiotic properties were analyzed by testing the inhibition of *Escherichia coli* TISTR 117 using Agar Well Diffusion method.

The results revealed that to improve the nutritional quality in yogurt products, the consumers needed a smooth appearance with a sweet and sour taste. Moreover, they needed that it could help lower cholesterol levels and inhibit bacteria causing intestinal disease by adding pieces of Jerusalem Artichoke as supplementary nutrition to the yogurt. Regarding to the suitable sucrose and yogurt inoculants for probiotic yogurt production, the sucrose was 6.00% while the yogurt inoculants were 2.00% with the lactic bacteria content of 9.8×10^7 cfu/g

containing the microbial quantity according to the probiotic food product standards. Regarding to the appropriate amount of carrageenan for the production of Jerusalem Artichoke jelly, the suitable amount of carrageenan for Jerusalem Artichoke jelly production was 3.00%. This was resulted in the participants preference scores on the hardness, toughness and overall preference. The last research finding on the study of synbiotic properties, it was found that the appropriate amount of Jerusalem Artichoke jelly content was 35.00% of the yogurt content that was able to inhibit the pathogenic bacteria *Escherichia coli* TISTR 117 and the consumers rated their preference at a moderate level.

Keywords: synbiotic, probiotic, prebiotic, jerusalem artichoke jelly, yogurt

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา ความอนุเคราะห์และคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.พิมพ์สิรี สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้เสียสละเวลาและให้ความกรุณาในการให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำวิธีคิด ตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอนเพื่อให้การเขียนงานวิจัยมีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ ดร.สุภา จุฬคุปต์ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สุภาพร พาเจริญ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้เสียสละเวลาให้เกียรติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการแนะนำแนวทางการจัดทำวิทยานิพนธ์เพื่องานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัวที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษา ความรัก ความปรารถนาดี ความห่วงใยและเป็นกำลังใจเสมอมา รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอนให้ความช่วยเหลือจนถึงบัดนี้

ขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ห้องปฏิบัติการกลางเซ็นทรัลแล็บ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสมุนไพรและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนตรวจวิเคราะห์คุณภาพงานวิจัยให้เกิดความสมบูรณ์และแม่นยำ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ หากการศึกษาค้นคว้าวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ขาดตกบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใด ผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้

พงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)
กิตติกรรมประกาศ..... (6)
สารบัญ..... (7)
สารบัญตาราง..... (9)
สารบัญรูป..... (10)
บทที่ 1 บทนำ..... 11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 11
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 12
1.3 สมมติฐานของการวิจัย..... 12
1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 12
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 12
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13
2.1 โยเกิร์ต..... 13
2.2 เยลลี่..... 20
2.3 แก่นตะวัน..... 21
2.4 อินนูลิน..... 26
2.5 จุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์และให้โทษ..... 27
2.6 โพรไบโอติก..... 31
2.7 พรีไบโอติก..... 35
2.8 สารให้ความหวานพาลาทีน..... 39
2.9 ซินไบโอติก..... 40
2.10 คาราจีแนน..... 41
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 45
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์..... 45
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง..... 46
3.3 สถานที่ดำเนินการวิจัย..... 50
3.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย..... 50
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง..... 51
4.1 การศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต..... 51
4.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก 56
4.3 การศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน..... 60
4.4 การศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์..... 65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 72
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 72
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 73
บรรณานุกรม..... 74
ภาคผนวก..... 83
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์..... 84
ภาคผนวก ข แบบสอบถาม..... 91
ภาคผนวก ค ผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ..... 107
ภาคผนวก ง ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนมและการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร..... 121
ภาคผนวก จ แบบตอบรับผลงานการเผยแพร่วิจัย..... 131
ประวัติผู้เขียน..... 134

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตชนิดต่างๆใน ปริมาณ 100 กรัม.....	19
ตารางที่ 2.2	คุณค่าทางโภชนาการของหัวแก่นตะวันใน ปริมาณ 100 กรัม.....	25
ตารางที่ 2.3	สารอินนูลินที่พบในพืช ปริมาณ 100 กรัม.....	26
ตารางที่ 2.4	เปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลแอลกอฮอล์ต่อซูโครส.....	36
ตารางที่ 2.5	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของคาราจีแนนชนิดต่างๆ.....	42
ตารางที่ 3.1	สูตรการพัฒนาโยเกิร์ตโพรไบโอติก.....	47
ตารางที่ 4.1	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค.....	51
ตารางที่ 4.2	พฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต.....	52
ตารางที่ 4.3	ความต้องการของผู้บริโภค.....	54
ตารางที่ 4.4	คุณภาพทางกายภาพของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร.....	56
ตารางที่ 4.5	ปริมาณแบคทีเรียแลคติกของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร.....	59
ตารางที่ 4.6	ค่าสีของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร.....	60
ตารางที่ 4.7	ค่าความแข็งและความเหนียวของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร.....	61
ตารางที่ 4.8	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร.....	61
ตารางที่ 4.9	ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบความชอบเยลลี่แก่นตะวัน.....	62
ตารางที่ 4.10	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน.....	63
ตารางที่ 4.11	ข้อมูลความต้องการของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน.....	64
ตารางที่ 4.12	ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต.....	66
ตารางที่ 4.13	คะแนนความชอบต่อปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต.....	67
ตารางที่ 4.14	เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตทั่วไปกับโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน.....	69
ตารางที่ 4.15	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค.....	70
ตารางที่ 4.16	คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์.....	71

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	โยเกิร์ตชนิดคงตัว	14
รูปที่ 2.2	โยเกิร์ตชนิดกวน	14
รูปที่ 2.3	โยเกิร์ตรสสตรอเบอร์รี่	18
รูปที่ 2.4	กระบวนการผลิตโยเกิร์ต	19
รูปที่ 2.5	เยลลี่ชนิดเหลว	20
รูปที่ 2.6	เยลลี่ชนิดแห้ง	21
รูปที่ 2.7	หัวแก่นตะวัน	22
รูปที่ 2.8	ลำต้นแก่นตะวัน	22
รูปที่ 2.9	ดอกแก่นตะวัน	23
รูปที่ 2.10	แปลงปลูกต้นแก่นตะวัน	24
รูปที่ 2.11	โครงสร้างโมเลกุลอินนูลิน	26
รูปที่ 2.12	*Lactobacillus Casei*	28
รูปที่ 2.13	*Salmonella* sp	29
รูปที่ 2.14	*Escherichia coli*	30
รูปที่ 2.15	*Staphylococus aureus*	31
รูปที่ 2.16	แบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆที่พบในลำไส้	32
รูปที่ 2.17	ผลิตภัณฑ์ Functional Food น้ำมันตับปลาชนิดแคปซูล	36
รูปที่ 2.18	โครงสร้างของแป้งทนทานการย่อย	37
รูปที่ 2.19	โมเลกุลของโอลิโกแซคคาไรด์	38
รูปที่ 2.20	โครงสร้างโมเลกุลน้ำตาลแอลกอฮอล์	40
รูปที่ 2.21	โมเลกุลของคาราจีแนนชนิดต่างๆ	42
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม	46
รูปที่ 3.2	ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต	47
รูปที่ 3.3	ขั้นตอนการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน	48
รูปที่ 4.1	ค่า pH ในเวลาเริ่มต้น – ชั่วโมงที่ 6 ของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร	57
รูปที่ 4.2	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ก่อนบ่มและหลังบ่มโยเกิร์ต	58
รูปที่ 4.3	วง Clear Zone ของโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน (ก) ร้อยละ 35.00, (ข) ร้อยละ 40.00 และ (ค) ร้อยละ 45.00	65
รูปที่ 4.4	ฉลากโภชนาการของโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน	68

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเป้าหมายหลักของการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คือ การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเพื่อประโยชน์ต่อผู้บริโภค [1] ดังนั้น การใช้สมบัติซินไบโอติก ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้เหมาะกับผู้บริโภคในปัจจุบันนี้ เพื่อให้ผู้บริโภคมีสุขภาพที่ดีขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ทำให้สามารถลดอาการอักเสบบริเวณลำไส้ รวมถึงยังช่วยลดโอกาสการเกิดภาวะท้องเสียที่มีผลมาจากแบคทีเรียชนิดให้โทษ โดยกระบวนการเกิดสมบัติซินไบโอติกนั้นจะเกิดจากการรวมตัวกันของ 2 องค์ประกอบหลัก คือ โพรไบโอติก และพรีไบโอติก ทำให้เกิดสมบัติพิเศษตัวใหม่ที่เรียกว่า ซินไบโอติก โดยสมบัติดังกล่าวจะส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับคุณประโยชน์มากยิ่งขึ้น

โพรไบโอติก เป็นสมบัติที่เกิดจากอาหารที่มีแบคทีเรียแลคติกชนิดที่ไม่เป็นโทษต่อร่างกายในจำนวนที่ไม่น้อยกว่า 10^6 CFU [2] ซึ่งการพบแบคทีเรียแลคติกในปริมาณดังกล่าวส่วนใหญ่จะพบได้จากอาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์จากน้ำนมหมัก เช่น นมเปรี้ยวและโยเกิร์ต เป็นต้น ทั้งสองอย่างนี้สามารถตรวจพบแบคทีเรียแลคติกในกลุ่มของ *Lactobacillus* sp. และ *Bifidobacterium* sp. หรือพบได้จากผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองที่ไม่ผ่านการทำให้สุก เพราะการให้ความร้อนที่สูงจะทำให้แบคทีเรียแลคติกตายลงได้ ดังนั้นการรับประทานอาหารที่เป็นโพรไบโอติกโดยมีแบคทีเรียที่มีชีวิตจะทำให้ระบบขับถ่ายของร่างกายทำงานเป็นปกติ อีกทั้งยังสามารถป้องกันมะเร็งบางชนิดในลำไส้และสามารถเพิ่มโอกาสในการยับยั้งแบคทีเรีย *Escherichia coli* ที่เป็นสาเหตุให้มนุษย์ต้องพบกับการเจ็บป่วย

พรีไบโอติก จัดอยู่ในกลุ่มอาหารจำพวก Functional Food เป็นอาหารที่ให้ประโยชน์ทางโภชนาการ เช่น สามารถลดระดับคอเลสเตอรอล ช่วยลดการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่เลือดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคและช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ เป็นต้น และสามารถพบพรีไบโอติกจากพืชที่มีสารจำพวกอินนูลิน โดยพืชสำคัญที่พบอินนูลินในปริมาณสูงชนิดหนึ่ง ได้แก่ แก่นตะวัน ซึ่งจะพบได้สูงถึงร้อยละ 14.00 – 19.00 ของปริมาณแก่นตะวัน 100 กรัม ทำให้สามารถเพิ่มโอกาสการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในลำไส้และเมื่อนำไปรวมกับอีกองค์ประกอบหนึ่ง คือ โพรไบโอติก ยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคได้ อีกทั้ง การรับประทานอินนูลิน ยังมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้บางชนิด ลดระดับน้ำตาลและคอเลสเตอรอลในเลือด [3] สามารถเพิ่มจำนวนและเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของศุภนิช [4] ได้ศึกษาผลของพรีไบโอติกต่อการเหลือรอดของเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus casei* ในไอศกรีมซินไบโอติก พบว่า การเติมอินนูลินในไอศกรีมระดับสูงสุด คือ ปริมาณอินนูลิน ร้อยละ 4.00 สามารถเพิ่มการเหลือรอดของจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus casei* ได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจในการนำทั้ง 2 องค์ประกอบ คือ โพรไบโอติกและพรีไบโอติก มาพัฒนาร่วมกันให้เกิดเป็นคุณสมบัติใหม่ คือ คุณสมบัติซินไบโอติกในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เนื่องจากโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติอร่อยเป็นที่นิยมในทุกเพศทุกวัย และอุดมไปด้วยแคลเซียม วิตามินและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตได้รับกระแสความนิยมจากกลุ่มคนรักสุขภาพและเป็นที่ตัวเลือกอันดับต้นๆสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก และได้ใช้แก่นตะวันเป็นองค์ประกอบของพรีไบโอติกในการวิจัยครั้งนี้ ดังเหตุผลที่กล่าวไว้ข้างต้น การรับประทานโยเกิร์ตที่มีคุณสมบัติซินไบโอติก จึงสามารถทำให้ผู้บริโภคได้รับประทานโยเกิร์ตที่ให้คุณประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตตามท้องตลาดทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต
1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก
1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน
1.2.4 เพื่อศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตและปริมาณน้ำตาลซูโครส มีผลต่อสมบัติโพรไบโอติก
1.3.2 ปริมาณคาราจีแนน มีผลต่อคุณภาพเยลลี่แก่นตะวัน
1.3.3 ปริมาณโยเกิร์ตโพรไบโอติกและปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน มีผลต่อสมบัติซินไบโอติก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาการปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน โดยศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวันและศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค
1.5.2 ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก
1.5.3 ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่พรีไบโอติกเสริมแก่นตะวัน
1.5.4 ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณสมบัติซินไบโอติก
1.5.5 ได้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่สำหรับคนรักสุขภาพ

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก เพื่อศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวันและเพื่อศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยครั้งนี้ คือ ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่พรีไบโอติกจากแก่นตะวัน เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณสมบัติซินไบโอติกและได้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่สำหรับคนรักสุขภาพ โดยมีหัวข้อวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 โยเกิร์ต
2.2 เยลลี่
2.3 แก่นตะวัน
2.4 อินนูลิน
2.5 จุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์และให้โทษ
2.6 โพรไบโอติก
2.7 พรีไบโอติก
2.8 สารให้ความหวานพาลาทีน
2.9 ซินไบโอติก
2.10 คาราจีแนน
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โยเกิร์ต

มาตรฐานอุตสาหกรรมให้โยเกิร์ตจัดเป็นนมเปรี้ยวชนิดหนึ่ง โดยมีความหมายว่า เป็นผลิตภัณฑ์นมจากน้ำนมสัตว์ที่บริโภคได้ หรือผ่านการพาสเจอร์ไรส์จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค หมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่ให้ประโยชน์ ทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะข้นอ่อนหรือเรียกว่าเคิร์ท (Curd) มีสีขาวและกลิ่นหอมเฉพาะตัวจากสารประกอบที่ระเหยได้หรือสารประกอบพวกอะโรมาติกทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวหรือสามารถแต่งสี กลิ่น รสหรือเติมสารอาหารลงไปได้

การเกิดเคิร์ท (Curd) เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางชีวภาพและกายภาพของนมในขั้นตอนการหมักโดยจุลินทรีย์จะใช้น้ำตาลแลคโตสในนมเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโต (Lactic Acid Bacteria : LAB) และผลิตกรดแลคติกออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงอยู่ระหว่าง 4.0 – 4.5 จึงส่งผลให้เคซีนไมเซลในนมเสียสภาพการคงตัวเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนเวย์ ทำให้เคซีนไมเซลตกตะกอนรวมตัวกันกับเวย์ ทำให้โยเกิร์ตเกิดลักษณะข้นคงตัวยิ่งขึ้นและมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณะเฉพาะตัว [5]

2.1.1 ชนิดของโยเกิร์ต

2.1.1.1 โยเกิร์ตชนิดคงตัว

เป็นการผลิตโยเกิร์ตที่เกิดกระบวนการหมักในบรรจุภัณฑ์ โดยมีกระบวนการผลิตด้วยการพาสเจอร์ไรส์นมแล้วเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ลงไป สามารถแต่งสี กลิ่น และรสลงในนม หรือเติมผลไม้ที่เป็นลักษณะของการเชื่อมหรือผลไม้สุก เพื่อลดการเน่าเสียที่อาจมาจากการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์ในผลไม้สด ใส่ลงด้านล่างของบรรจุภัณฑ์แล้วเทนมลงไป จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กระบวนการหมักจะเกิดขึ้นภายในภาชนะที่บรรจุ ซึ่งลักษณะโยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะคงตัวไม่เหลวและผิวหน้าเรียบ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 โยเกิร์ตชนิดคงตัว
ที่มา : [6]

2.1.1.2 โยเกิร์ตชนิดกวน

โยเกิร์ตชนิดนี้จะเกิดกระบวนการหมักภายในถังหมัก โดยมีกระบวนการผลิตด้วยการนำนมไปพาสเจอร์ไรส์แล้วเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ลงไปในถังที่ใช้หมักจนได้โยเกิร์ต สามารถแต่งสี กลิ่น รส หรือผลไม้ จากนั้นนำออกมาคนเล็กน้อยเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากัน แล้วลดอุณหภูมิโยเกิร์ตลงเพื่อลดกระบวนการหมักของโยเกิร์ต ซึ่งลักษณะโยเกิร์ตชนิดนี้จะค่อนข้างเหลว ดังแสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 โยเกิร์ตชนิดกวน
ที่มา : [7]

2.1.1.3 โยเกิร์ตพร้อมดื่มหรือนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม

มีกระบวนการผลิตเหมือนการทำโยเกิร์ตทั่วไป โดยการนำนมไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้อุณหภูมิลดลงถึง 43 องศาเซลเซียส เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์บ่มเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นแล้วเติมน้ำผลไม้หรือน้ำเชื่อมเข้าไปเพื่อให้เกิดความเหลวมากขึ้น สามารถแต่งสี กลิ่น รส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1) นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม เป็นโยเกิร์ตที่นำไปเจือจางจนมีลักษณะเหลว ปรุงแต่งสี กลิ่น รส แล้วใส่ในบรรจุภัณฑ์สำหรับพร้อมจำหน่ายโดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้ออีกแล้วทำให้มีจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มีชีวิตเหลือรอดอยู่เป็นจำนวนมาก แต่จะต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส หลังบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

2) นมเปรี้ยวพร้อมดื่มพาสเจอไรส์ เป็นโยเกิร์ตที่นำไปเจือจางจนมีลักษณะเหลว ปรุงแต่งสี กลิ่น รส แล้วทำการฆ่าเชื้อโดยวิธีการพาสเจอร์ไรส์อุณหภูมิที่ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที ทำให้จุลินทรีย์บางส่วนที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ถูกทำลาย แต่ก็ยังมีจุลินทรีย์บางส่วนเหลืออยู่ จึงต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส หลังจากบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสามารถบริโภคได้ไม่เกิน 30 วัน นับจากวันที่บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์

3) นมเปรี้ยวพร้อมดื่มยูเอชที เป็นโยเกิร์ตที่นำไปเจือจางจนมีลักษณะเหลว ปรุงแต่งสี กลิ่น รส แล้วทำการฆ่าเชื้อด้วยวิธีการยูเอชที (Ultra High Temperature : UHT) อุณหภูมิที่ 135 – 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 – 3 วินาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือก่อการเน่าเสียในผลิตภัณฑ์รวมไปถึงจุลลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และยังคงเหลือสปอร์บางชนิดที่ทนต่อความร้อนแต่ไม่สามารถเติบโตได้ในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท ทำให้นมเปรี้ยวพร้อมดื่มแบบยูเอชทีชนิดนี้สามารถอยู่ในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 6 เดือน

2.1.2 วัตถุดิบในการผลิตโยเกิร์ต

2.1.2.1 นมโค

ก่อนที่จะเป็นนมพาสเจอร์ไรส์ตามท้องตลาด นมที่รีดมาจากเต้านมแม่โคโดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อจะเรียกว่า นมดิบ (Raw Milk) ซึ่งคุณภาพที่ดีของนมดิบจะต้องสะอาดถูกสุขอนามัย ไม่มีกลิ่นผิดปกติ และไม่มียาปฏิชีวนะเจือปนอยู่ นมที่ใช้ควรมีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 3.00 เพื่อให้โยเกิร์ตมี สี กลิ่นที่ดี โดยมีหลักปฏิบัติในขั้นตอนการได้น้ำนมดิบที่ปลอดภัยอยู่ 3 หลักการ คือ สะอาด รวดเร็วและการทำให้เย็น [10] ดังต่อไปนี้

1) ความสะอาด เป็นสิ่งที่สำคัญมากในขั้นตอนการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วนมในเต้าแม่โคถือเป็นนมที่สะอาด แต่เมื่อเริ่มกระบวนการรีดออกมาตลอดจนใส่ลงไปในภาชนะ นมจะสัมผัสกับสิ่งต่างๆ เช่น เครื่องรีดนม มือคน หัวนมของโค และจุลินทรีย์ที่สามารถเข้าไปในทุกช่วงของนมที่อยู่ในภาชนะโดยเฉพาะขณะที่เกิดฟองจะเกิดการปนเปื้อนทางจุลินทรีย์มากที่สุด

2) ความรวดเร็ว ขั้นตอนการรีดนมจากเต้าแม่โคจะต้องปฏิบัติงานอย่างรวดเร็ว เพื่อลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Generation Time) โดยทุกๆ 30 นาที จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตในนมสูงถึง 2 เท่า จะส่งผลให้อายุการรักษานมสั้นและทำให้ราคานมต่ำลง

3) การทำให้เย็น จุลินทรีย์ที่เกิดให้ก่อโรคจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส ควรเก็บนมหลังจากการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่จุลินทรีย์ขยายพันธุ์ได้ในจำนวนที่น้อย

โดยนมสดที่นำมาผลิตโยเกิร์ตจะผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรส์ นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นลงในอุณหภูมิที่ 3 – 5 องศาเซลเซียส เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคลง โดยจะต้องตรวจพบจุลินทรีย์เหล่านี้ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ควบคู่กับทำให้เอนไซม์ไลเปสและเอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเตสถูกทำลายหมด จึงจะสามารถยืดอายุการรักษานมได้นานขึ้นและยังสามารถรักษาสี กลิ่น คุณค่าทางโภชนาการของนมได้

2.1.2.2 นมผง

การเติมนมผงลงในโยเกิร์ตจะทำให้โยเกิร์ตมีความข้นหนืดมากขึ้น เนื่องจากปริมาณ Total Solid สูงขึ้น [66] อีกทั้งยังช่วยให้โยเกิร์ตมีกลิ่นที่ดีโดยนมผงเป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากน้ำนมโดยการระเหยน้ำออก สามารถแบ่งตามองค์ประกอบของนมผงได้เป็น 4 ประเภท คือ นมผงธรรมดา นมผงพร่องมันเนย นมผงขาดมันเนยและนมแปลงไขมันธรรมดา [11] ดังต่อไปนี้

1) นมผงธรรมดา

มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 5.00 ไขมันเนยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 26.00 ความเป็นกรดน้อยกว่าร้อยละ 0.17 ค่า Solubility Index เท่ากับ 1.00 ปริมาณผงที่ไหม้ระหว่างทำแห้ง (Scorched Particle) ไม่เกินร้อยละ 22.50

2) นมผงพร่องมันเนย

มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5.00 ไขมันเนยอยู่ระหว่างร้อยละ 1.50 – 26.00 Solubility Index มีค่าเท่ากับ 1.00 ปริมาณผงที่ไหม้ระหว่างทำแห้งไม่เกินร้อยละ 22.50 ความเป็นกรดไม่เกินร้อยละ 0.17

3) นมผงขาดมันเนย

มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5.00 ไขมันเนยไม่เกินร้อยละ 1.50 Solubility Index มีค่าเท่ากับ 1.00 ปริมาณผงที่ไหม้ระหว่างทำแห้งไม่เกินร้อยละ 22.50 ความเป็นกรดไม่เกินร้อยละ 0.17

4) นมผงแปลงไขมัน

โดยใช้ไขมันชนิดอื่นทดแทนบางส่วนหรือแทนไขมันนมทั้งหมด เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว เป็นต้น

2.1.2.3 กระบวนการผลิตนมผง

นมที่ใช้ผลิตนมผงจะต้องเป็นน้ำนมที่ไม่ผ่านการรับความร้อนที่สูงมาก่อน เนื่องจากโปรตีนจะเกิดการตกตะกอนส่งผลให้กลิ่น รส และการละลายตัวของนมผงไม่ดี จึงต้องหาค่าเปอร์ออกซิเดส เพื่อเป็นการตรวจสอบว่านมได้ผ่านความร้อนที่สูงมากหรือไม่ [10] แล้วเข้าสู่กระบวนการทำให้แห้ง โดยกระบวนการทำแห้งที่นิยมมี 2 วิธี คือ แบบลูกกลิ้งและแบบพ่นฝอย ดังต่อไปนี้

1) แบบลูกกลิ้ง

เป็นวิธีแบบดั้งเดิมในการทำนมผง ซึ่งยังมีประสิทธิภาพไม่ค่อยดี เพราะความสามารถในการละลายยังไม่ดี ต้องใช้น้ำร้อนในการทำละลาย โดยมีหลักการคือการปล่อยน้ำนมให้แผ่ไปบนลูกกลิ้งที่มีความร้อนอยู่ภายใน โดยที่ลูกกลิ้งจะหมุนตลอดเวลาทำให้ส่วนที่เป็นของเหลวในนมถูกระเหยออกหมดไป

2) แบบพ่นฝอย

โดยมีอัตราการผลิตและประสิทธิภาพการผลิตสูงกว่าแบบลูกกลิ้ง ทำให้นมผงที่มีคุณภาพและการละลายดี ซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำที่อุณหภูมิต่ำ หัวฉีดแรงสูงหรือเรียกว่าหัวฉีดอะตอม ทำการฉีดน้ำนมจากการเป่าลมไปบนแผ่นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 150 – 250 องศาเซลเซียส ทำให้ของเหลวในนมระเหยออกตกลงไปสู่ก้นถังอย่างรวดเร็ว [11]

2.1.2.4 น้ำตาล

เป็นการให้รสหวานในโยเกิร์ต ทำให้โยเกิร์ตมีรสชาติที่ดี การเติมน้ำตาลในโยเกิร์ตไม่ควรเกินร้อยละ 10.00 เนื่องจากปริมาณน้ำตาลสูงจะทำให้ค่าของ Adverse Osmotic และ Water Activity ส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแลคติก [34]

2.1.2.5 เชื้อจุลินทรีย์

โดยส่วนใหญ่ในการผลิตโยเกิร์ตตามท้องตลาด จะนิยมใช้จุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งสองอย่างนี้จะต้องเพาะแยกกัน อาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อคือ เตรียมนมผงพร่องไขมันร้อยละ 10.00 ละลายน้ำ แล้วฆ่าเชื้ออุณหภูมิที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จึงจะสามารถนำไปเพาะเชื้อได้ โดยปริมาณที่ใส่จะขึ้นอยู่กับโยเกิร์ตที่ต้องการผลิต โดยให้มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ที่ร้อยละ 2.00 – 5.00 จึงจะทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติดี สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพออกซิเจนต่ำ ที่อุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส โดยเข้าไปย่อยน้ำตาลแลคโตสในนม แล้วผลิตกรดแลคติกออกมาทำให้ค่าความเป็นกรด – ด่างลดลง จึงส่งผลให้เคซีนไมเซลในนมเสียสภาพการคงตัวเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนเวย์ ทำให้เคซีนไมเซลตกตะกอนรวมตัวกันกับเวย์ เป็นผลทำให้โยเกิร์ตเกิดลักษณะข้นและมีความคงตัวยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถเปลี่ยนกรดแลคติกให้เป็นแอซีทาลดีไฮด์ทำให้โยเกิร์ตมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณะเฉพาะตัว

2.1.2.6 สารช่วยให้คงตัว

สารจำพวกวัตถุเจือปนในอาหารสามารถป้องกันการแยกชั้นของเหลว ช่วยให้โยเกิร์ตมีลักษณะที่คงตัวมากยิ่งขึ้น โดยส่วนมากจะใส่ในโยเกิร์ตที่มีส่วนผสมของผลไม้ วุ้นมะพร้าวหรือธัญพืช เพื่อส่วนผสมที่ใส่ลงไปกระจายตัวได้ดี ไม่จับตัวเป็นก้อนที่ก้นถ้วย สามารถเติมได้ 2 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตโยเกิร์ต ดังต่อไปนี้

1) เติมก่อนการพาสเจอร์ไรส์ เป็นสารประเภท คาราจีแนนหรือแป้ง โดยเติมพร้อมกับนมผงและน้ำตาล ซึ่งสารประเภทนี้ละลายได้ดีในน้ำเย็นและเมื่อถูกความร้อนโปรตีนจะไม่ตกตะกอนจับตัวเป็นก้อน

2) เติมหลังพาสเจอร์ไรส์ เป็นสารประเภท เจลาติน เติมในขณะที่ส่วนผสมยังอุ่นประมาณ 60 – 65 องศาเซลเซียส การเติมหลังพาสเจอร์ไรส์จะต้องระมัดระวังเรื่องความสะอาดและการปนเปื้อนข้ามเนื่องจากขั้นตอนต่อไปคือการบ่มโยเกิร์ต หากมีการปนเปื้อนในขั้นตอนนี้จะทำให้โยเกิร์ตเน่าเสียได้ง่าย

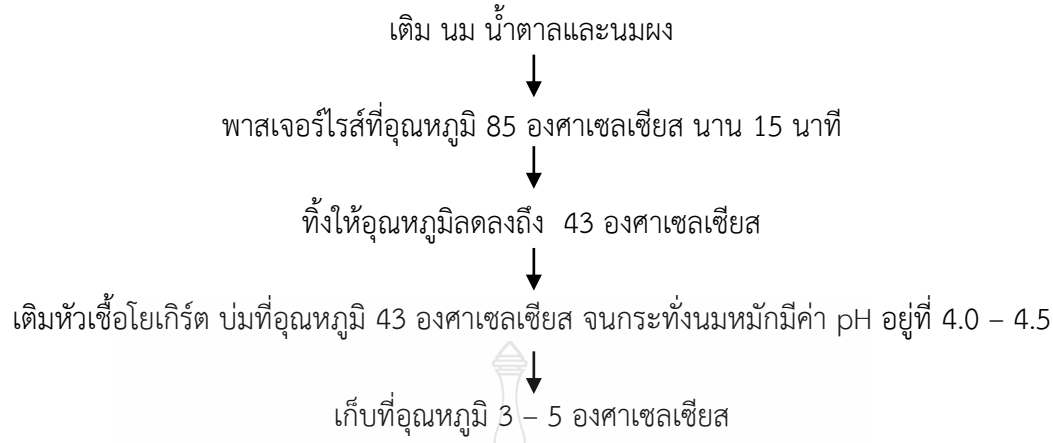
2.1.2.7 ผลไม้

ผลไม้ที่ใช้จะต้องผ่านการฆ่าเชื้อหรือเป็นผลไม้ในน้ำเชื่อม มีความสะอาดปราศจากยีสต์และรา มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 3.00 หากต่ำกว่าจะทำให้น้ำในโยเกิร์ตแยกตัวออกมา อีกทั้งยังสามารถแต่งสี กลิ่น ให้เหมาะสมกับผลไม้ที่นำมาใส่ได้ เช่น การเติมสีชมพู แต่งกลิ่นสตรอว์เบอร์รี่ในโยเกิร์ตรสสตรอเบอร์รี่ เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 โยเกิร์ตรสสตรอเบอร์รี่
ที่มา : [12]

2.1.3 กระบวนการผลิตโยเกิร์ต

นำนม น้ำตาล นมผง ผสมเข้าด้วยกันแล้วทำการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรสที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทิ้งให้อุณหภูมิลดลงถึง 43 องศาเซลเซียส แล้วเติมหัวเชื้อลงไป การใส่หัวเชื้อในขณะที่อุณหภูมิสูงกว่า 43 องศาเซลเซียส อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายได้และไม่เกิดกระบวนการหมักโยเกิร์ต นำเข้าเครื่องบ่มเชื้อจนกระทั่งโยเกิร์ตมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.0 – 4.5 เพื่อให้โปรตีนเคซีนในนมเสียสภาพจากการผลิตกรดแลคติกของแบคทีเรียแลคติกในระหว่างการบ่ม ทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะข้น [5] เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแล้วให้คนโยเกิร์ตเล็กน้อยลักษณะโยเกิร์ตที่ได้จะมีสีขาว กลิ่นหอมเฉพาะตัวและมีความข้น เนียน จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส โดยมีขั้นตอนผลิตโยเกิร์ต ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กระบวนการผลิตโยเกิร์ต
ที่มา : [13]

2.1.4 ประโยชน์ของการรับประทานโยเกิร์ต

การผลิตโยเกิร์ตโดยส่วนใหญ่จะใช้จุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์แลกติคที่ให้ประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหารของร่างกายมนุษย์ สามารถช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อจากแบคทีเรียเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง [14] อีกทั้งสำหรับผู้ที่ขาดเอนไซม์แลคเทสในการย่อยแลคโทสในน้ำนม (Lactose Intolerance) คนกลุ่มนี้จะมีลักษณะอาการ คือ เมื่อดื่มนมเข้าไปจะทำให้แบคทีเรียในทางเดินอาหารหมักแลคโตสเกิดเป็นกรดแลคติกและแก๊สทำให้อาการท้องอืด รวมถึงการเคลื่อนตัวของลำไส้ที่เร็วขึ้นอาจทำให้มีอาการท้องร่วงเกิดขึ้นได้ ซึ่งคนกลุ่มดังกล่าวสามารถรับประทานโยเกิร์ตได้เพราะแลคโตสในนมได้ถูกย่อยเปลี่ยนเป็นกลูโคสและกาแลกโทส จากนั้นเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติก [15] จึงไม่เหลือแลคโตสในโยเกิร์ต และนอกจากจะให้ประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหารแล้ว การบริโภคโยเกิร์ตยังสามารถได้รับคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตชนิดต่างๆใน ปริมาณ 100 กรัม

องค์ประกอบ	หน่วย	ไม่มีไขมัน	ไขมันต่ำ	ไขมันเต็ม
พลังงาน	แคลอรี่	47.00	64.00	72.00
โปรตีน	กรัม	8.24	4.50	3.90
ไขมัน	กรัม	0.00	1.60	3.40
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	6.47	6.50	4.90
แคลเซียม	มิลลิกรัม	118.00	150.00	145.00
โซเดียม	มิลลิกรัม	29.00	51.00	47.00

ที่มา : [16 – 18]

2.2 เยลลี่

เยลลี่ คือ ผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่มีส่วนผสมของน้ำผัก น้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้ชนิดเข้มข้นเป็นส่วนประกอบหลัก มีลักษณะเหนียวนุ่มที่เกิดจากการผสมสารทำให้เกิดเจล เช่น คาราจีแนน เจลาติน เพกติน เป็นต้น โดยนำน้ำผักหรือน้ำผลไม้มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 – 80 องศาเซลเซียส แต่งรสชาติด้วยสารให้ความหวานหรือสารให้ความเปรี้ยว เช่น กรดซิตริก กรดมลิก กรดแลคติก เป็นต้น เติมสารทำให้เกิดเจลแล้วคนส่วนผสมให้ละลายเข้ากัน จากกนั้นบรรจุใส่พิมพ์แล้วทิ้งให้เยลลี่เย็นตัวลงจึงจะนำมารับประทานได้ โดยลักษณะที่ดีของเยลลี่ต้องมีความโปร่งแสง มีความเหนียวนุ่ม นอกจากนี้ยังสามารถเติมวัตถุแต่งสี กลิ่น สารควบคุมความเป็นกรด-ด่างที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหรือวิตามิน เพื่อให้เยลลี่น่ารับประทานและมีประโยชน์มากยิ่งขึ้น [21]

2.2.1 รูปแบบและชนิดของเยลลี่

2.2.1.1 เยลลี่ชนิดเหลว

ลักษณะของเยลลี่ชนิดนี้จะค่อนข้างอ่อนตัว มีความนุ่มมาก (ดังแสดงในรูปที่ 2.5) ผลิตจากน้ำผัก หรือน้ำผลไม้ แต่งรสชาติด้วยสารให้ความหวานหรือกรดซิตริคแล้วเติมสารทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน เพกติน คาราจีแนน เป็นต้น โดยเยลลี่ชนิดนี้สามารถใช้หลอดดูดรับประทานได้ โดยการรับประทานเยลลี่ชนิดนี้ส่วนใหญ่จะรับประทานในอุณหภูมิที่เย็นประมาณ 3 – 5 องศาเซลเซียส เพื่อเยลลี่มีรสชาติที่ดีขึ้น

รูปที่ 2.5 เยลลี่ชนิดเหลว
ที่มา : [22]

2.2.1.2 เยลลี่ชนิดแห้ง

ลักษณะของเยลลี่ชนิดนี้จะมีความแข็งและให้เหนียวนุ่มมากกว่าเยลลี่ชนิดเหลว (ดังแสดงในรูปที่ 2.6) มีส่วนผสมและขั้นตอนการผลิตที่ใกล้เคียงกับเยลลี่ชนิดเหลว คือ นำน้ำผักหรือน้ำผลไม้มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 – 80 องศาเซลเซียส แต่งรสชาติด้วยสารให้ความหวานหรือสารให้ความเปรี้ยว เติมสารทำให้เกิดเจลแล้วคนส่วนผสมให้ละลายเข้ากัน จากนั้นบรรจุใส่พิมพ์แล้วทิ้งให้เยลลี่เย็นตัวลงจึงจะนำมารับประทานได้แต่อัตราส่วนของการเติมสารทำให้เกิดเจลของเยลลี่ชนิดแห้ง

ค่อนข้างสูงกว่าเพื่อให้เยลลี่มีความแข็งและเหนียว ทั้งนี้ควรระวังการเติมสารทำให้เกิดเจลในปริมาณที่สูงเกินไปอาจทำให้ไม่เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคเพราะความแข็งและเหนียวที่มากเกินไป

รูปที่ 2.6 เยลลี่ชนิดแห้ง
ที่มา : [23]

2.3 แก่นตะวัน

ชื่อท้องถิ่น แก่นตะวัน
วงศ์ Compositae
สกุล Helianthus
วิทยาศาสตร์ *Helianthus tuberosus L.*
ชื่อสามัญ Jerusalem Artichoke

2.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.3.1.1 หัวแก่นตะวัน

หัวแก่นตะวันมีลักษณะเป็นตุ่มนูนรวมกันเป็นกอ มีแง่งยาวประมาณ 2 – 4 นิ้ว อยู่ใต้ดินคล้ายพืชตระกูลข่า มีสีขาวเหลืองอ่อนมีลายเส้นสีน้ำตาล (ดังแสดงในรูปที่ 2.7) มีสารสำคัญที่ชื่อว่า อินนูลิน จัดอยู่ในกลุ่มของอาหารประเภทพรีไบโอติกที่สามารถเป็นอาหารของจุลินทรีย์ในร่างกายมนุษย์

รูปที่ 2.7 หัวแก่นตะวัน
ที่มา : [24]

2.3.1.2 ลำต้น

ลำต้นของแก่นตะวันมีเปลือกสีม่วงเข้มเป็นท่อนกลม ขนยาวแข็ง ความกว้างของขนาดลำต้นเท่ากับ 1 – 3 เซนติเมตร สูง 150 – 160 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ลำต้นแก่นตะวัน
ที่มา : [25]

2.3.1.3 ใบ

แก่นตะวันจัดอยู่ในพืชใบเดี่ยว ลักษณะใบเป็นรูปหอกกว้างประมาณ 5 – 8 เซนติเมตร ยาวประมาณ 8 – 15 เซนติเมตร เนื้อใบบางและผิวเรียบขนสั้นแข็งทั่วทั้งใบ ขอบใบเป็นหยักคล้ายใบเลื่อยและก้านของใบยาว 2 – 4 เซนติเมตร

2.3.1.4 ดอก

ดอกแก่นตะวันมีสีเหลืองสดใส ออกดอกเป็นช่อ (ดังรูปในที่ 2.9) โดยมีก้านช่อดอกหลักยาวประมาณ 40 – 60 เซนติเมตร แล้วแตกก้านดอกออกเป็น 3 – 5 ดอก แต่ละดอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 – 8 เซนติเมตร ฐานดอกเป็นรูปกรวยไร้ขน ขนาด 0.6 – 1.0 เซนติเมตร ถัดต่อมาเป็นใบประดับ สามารถมองเห็นได้ชัดในดอกตูมมีจำนวน 5 ชั้น ในใบประดับแต่ละอันจะมีรูปลักษณะคล้ายหอก มีขนครุยปกคลุมแน่นทั้งชั้นที่ 1 – 2 กว้างประมาณ 2 – 3 มิลลิเมตรและยาวประมาณ 0.8 – 1.5 เซนติเมตร ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 กว้างประมาณ 2 - 3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ส่วนชั้นที่ 5 จะมีความกว้างน้อยที่สุด ประมาณ 1 มิลลิเมตร ยาว 1 – 1.2 เซนติเมตร ต่อมาจะเป็นกลีบดอกซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชั้น คือ กลีบดอกวงนอกและกลีบดอกวงในมีประมาณ 6 – 7 กลีบ ลักษณะเนียนเรียบยาวรีประมาณ 3 – 4 เซนติเมตร ถัดมาตรงกลางดอกจะเป็นที่อยู่ของเกสรตัวผู้มีก้านชูอับเรณูยาวประมาณ 3 – 4 มิลลิเมตร และอับละอองเรณูยาวประมาณ 5 – 6 มิลลิเมตร ถัดเข้าไปจะเป็นเกสรตัวเมียก้านยาว 5 – 6 มิลลิเมตร และยอดเกสรยาวประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร ส่วนด้านในสุดบริเวณฐานดอกจะเป็นรังไข่ของดอกแก่นตะวันผลและเมล็ด

รูปที่ 2.9 ดอกแก่นตะวัน
ที่มา : [26]

2.3.2 การปลูก

แก่นตะวันจัดอยู่ในกลุ่มพืชล้มลุกที่มีอายุ 5 – 6 เดือน ใช้ระยะเวลาในการปลูกถึงการเก็บเกี่ยวประมาณ 3 – 5 เดือน สำหรับการปลูกแบบไม่มีระบบชลประทานจะนิยมปลูกในฤดูฝน ส่วนดินที่ใช้ปลูกควรเป็นดินร่วนปนทรายหน้าดินลึกซึ่งดินที่มีความร่วนจะมีอินทรีย์วัตถุในปริมาณที่สูงทำให้ระบายน้ำดี

2.3.2.1 การเตรียมหัวพันธุ์

แก่นตะวัน นิยมปลูกด้วยหัวโดยการตัดเป็นท่อน ให้มีขนาดยาวประมาณ 3 – 5 เซนติเมตร นำไปแช่น้ำปูนแดงเพื่อฆ่าเชื้อ แล้วนำหัวบ่มในภาชนะที่มีแกลบดำหนา 5 เซนติเมตร

จากนั้นพรมน้ำให้ชื้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดต้นอ่อนบนหัวพันธุ์ โดยจะเริ่มแตกหน่อให้เห็นภายใน 5 – 7 วัน ดูแลต่อไปจนต้นกล้ามีอายุ 10 – 15 วัน จึงจะสามารถนำลงปลูกในแปลง

2.3.2.2 การเตรียมแปลงปลูก

ขั้นตอนแรกของการเตรียมแปลงปลูกจะเริ่มจากไถกลบหน้าดิน ตากดินทิ้งไว้ 7 – 14 วัน แล้วหว่านปุ๋ยคอก 2 – 4 ตันต่อไร่ ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15 – 15 – 15 ในปริมาณ 10 – 20 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการไถพรวนดินและกำจัดวัชพืชต่างๆ จากนั้นตากดินไว้อีกประมาณ 3 – 5 วัน ก่อนจะไถเปิดร่องลึกประมาณ 10 – 15 เซนติเมตร โดยมีระยะห่างระหว่างร่อง 40 – 50 เซนติเมตร ก่อนนำหัวพันธุ์ลงวางในแนวร่อง หากต้องการปลูก 2 – 3 ครั้งใน 1 ปี จะต้องพักแปลงและเตรียมแปลงไม่เกิน 30 – 60 วันต่อการลงในหนึ่งครั้ง

2.3.2.3 การวางระยะปลูก

ระยะการปลูกในระหว่างหลุมให้ห่างประมาณ 30 – 50 เซนติเมตร ส่วนระยะห่างของระหว่างแถว 50 เซนติเมตร (ดังแสดงในรูปที่ 2.10) จะทำให้ต้นแก่นตะวันสามารถรับสารอาหารได้ดีและเจริญเติบโตอย่างแข็งแรง

รูปที่ 2.10 แปลงปลูกต้นแก่นตะวัน
ที่มา : [27]

2.3.2.4 การขุดเก็บและการเก็บรักษา

สามารถขุดเก็บหัวแก่นตะวันด้วยจอบ พลั่วหรือเสียม ถอนด้วยมือหรือรถไถต่อพวงขุดเก็บ หลังจากปลูกประมาณ 4 – 5 เดือน หากปลูกในฤดูแล้งจะสามารถขุดเก็บได้ 90 – 110 วันหลังจากการปลูกต้นกล้า ส่วนการปลูกในฤดูฝนจะเก็บได้ในช่วง 110 – 120 วันหลังการลงต้นกล้า ซึ่งสำหรับฤดูนี้สามารถยืดอายุเก็บผลผลิตได้ถึง 150 วันหลังจากปลูก เพราะสามารถเพิ่มน้ำหนักหัวที่นานกว่าฤดูแล้ง การเก็บหัวแก่นตะวัน [28] หลังจากขุดเก็บให้ตัดหัวออกจากเหง้านำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง บรรจุใส่ถุงจำหน่าย หากต้องการเก็บรักษาหัวพันธุ์ ควรเก็บอุณหภูมิที่ 4 – 10 องศาเซลเซียส

2.3.2.5 โรค

โรครากเน่าโคนเน่า ที่เกิดจากเชื้อราบริเวณโคนต้นและลุกลามไปที่ หัวแก่นตะวัน เป็นจุดไหม้สีน้ำตาลและเน่า ต่อมาใบจะเหลืองซีดและร่วง กิ่งจะเริ่มแห้งและตายในที่สุด สำหรับการป้องกันโดยกำจัดวัชพืชทุกๆ 1 เดือน หากพื้นที่เคยเกิดโรครากเน่ามาก่อนให้หว่านด้วยปูนขาว ในขั้นตอนการเตรียมแปลงนำดินตากให้แห้งและเว้นระยะห่างของการปลูกพืช เพื่อให้แสงส่องทั่วถึง

2.3.2.6 แมลงศัตรูพืช

แมลงศัตรูพืชโดยส่วนใหญ่จะเป็นพวกเพลี้ย และจะระบาดมากหลังฝนทิ้งช่วง โดยเข้าไปดูดกินน้ำเลี้ยงของยอดอ่อนในระยะหลังที่ต้นเริ่มแตกใบโดยมีมดเป็นพาหนะในการแพร่กระจายโรคทำให้ใบหงิกและหยุดการเจริญเติบโต

2.3.2.7 คุณค่าทางโภชนาการ

ตารางคุณค่าทางโภชนาการของหัวแก่นตะวันสดในปริมาณ 100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของหัวแก่นตะวันใน ปริมาณ 100 กรัม

องค์ประกอบ	หน่วย	ปริมาณ
น้ำ	กรัม	78.00
พลังงาน	กิโลแคลอรี	73.00
โปรตีน	กรัม	2.00
ไขมัน	กรัม	0.01
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	17.00
เส้นใย	กรัม	1.60
แคลเซียม	มิลลิกรัม	14.00
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	78.00
โพแทสเซียม	มิลลิกรัม	429.00
วิตามิน C	มิลลิกรัม	4.00
วิตามิน A	IU	20.00
กรดไขมัน	กรัม	0.00
คอเลสเตอรอล	มิลลิกรัม	0.00

ที่มา : [29]

2.4 อินนูลิน

อินนูลิน คือ คาร์โบไฮเดรต ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ในกลุ่มของฟรุกแตน (Fructan) โดยมีน้ำตาลฟรุกโตสที่เชื่อมต่อกันเป็น สายยาว (Fructososyl – Fructose Links) จัดเป็นเส้นใยอาหารที่ละลายได้ และมีสมบัติเป็นพรีไบโอติก ที่ไม่สามารถย่อยได้ในระบบทางเดินอาหารของร่างกายของมนุษย์ จะถูกย่อย โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้จึงทำให้ร่างกายไม่ได้รับพลังงาน และจัดอยู่ในกลุ่มของ Functional Food เป็นสารประกอบอาหารที่ให้ประโยชน์ทางโภชนาการ [30] เช่น การช่วยลดน้ำตาลเข้าสู่เลือด การช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล เป็นต้น โดยสามารถพบปริมาณอินนูลินในพืช ดังแสดงในตารางที่ 2.3

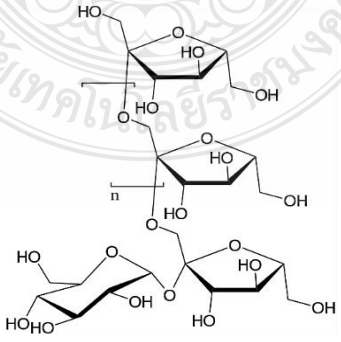
ตารางที่ 2.3 สารอินนูลินที่พบในพืช ปริมาณ 100 กรัม

พืช	ส่วนที่พบ	ปริมาณอินนูลิน (ร้อยละ)
หัวชิคอรี	หัว	15.00 – 20.00
แก่นตะวัน	หัว	14.00 – 19.00
กระเทียม	หัว	9.00 – 16.00
อาร์ติโชค	ใบ	3.00 – 10.00
ต้นกระเทียม	หัวกาบใบ	3.00 – 10.00

ที่มา : [29]

2.4.1 โครงสร้างโมเลกุล

โครงสร้างโมเลกุลของอินนูลินเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β(2–1) โดยอินนูลินมีจำนวนความยาวสาย (Degree of Polymerization, DP) เท่ากับ DP 2 – 60 ซึ่งส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของโครงสร้างอาจมีน้ำตาล กลูโคสเชื่อมต่อ เป็นเฮเทอโรโพลิแซ็กคาไรด์ (Heteropolysaccharide) ที่มีโมเลกุลของน้ำตาลมากกว่า 1 ชนิดเชื่อมต่อกัน โดยมีพอลิเมอร์ของน้ำตาลฟรักโทส 10 – 60 โมเลกุล และมีโมเลกุลที่ปลายสุดด้านหนึ่งเป็นน้ำตาลกลูโคส โดยมีโครงสร้างโมเลกุล ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 โครงสร้างโมเลกุลอินนูลิน
ที่มา : [31]

2.4.2 ประโยชน์ของอินนูลิน

2.4.2.1 มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำและสามารถชะลอการดูดซึมน้ำตาล

โดยค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index : GI) มีความข้องเกี่ยวกับโรคหลายชนิด เช่น โรคหัวใจ โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด โรคเบาหวาน เป็นต้น ดังนั้น ค่าดัชนีน้ำตาลจึงสามารถพิจารณาในการเลือกบริโภคอาหารต่างๆ ด้วยร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถย่อยอินนูลินได้ ทำให้การได้รับน้ำตาลในเลือดที่ต่ำมาก [32]

2.4.2.2 การควบคุมน้ำหนัก

เมื่อร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยอินนูลิน จึงทำให้ได้รับพลังงานที่ต่ำมาก เนื่องจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ในลำไส้มนุษย์ เกิดเป็นกรดไขมันสายสั้นและกรดชนิดต่างๆ เช่น กรดบิวทิริก กรดอะซิติกและกรดโพรพิโอนิก จึงทำให้เกิดพลังงาน 1.5 กิโลแคลอรี่ต่ออินนูลิน 1 กรัม และจากการวิจัยของ Welch RW การบริโภคอินนูลิน 8 – 20 กรัม ร่วมกับอาหารทำให้ร่างกายรู้สึกอิ่มท้องและสามารถควบคุมพลังงานที่ได้รับจากอาหารสู่ร่างกายได้ [33]

2.4.2.3 การรักษาสมดุลคอเลสเตอรอลในเลือดและไขมันไตรกลีเซอไรด์

โดยมีการศึกษาในหนูขาว พบว่า การบริโภคอินนูลิน 8 – 20 กรัม นาน 4 สัปดาห์ สามารถช่วยควบคุมระดับไขมันและคอเลสเตอรอลในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยการควบคุมการเกิดอะซิเตต และโพรพิโอเนต ที่สร้างขึ้นจากกระบวนการหมักอินนูลิน โอลิโกฟรุกโตสและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรค์จากลำไส้ [70]

2.4.2.4 ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

เนื่องจากอินนูลิน เป็นใยอาหารที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี จึงทำให้ปริมาตรของกากอาหารเพิ่มขึ้น สามารถดูดซับสารพิษออกจากร่างกายได้ และช่วยกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ทำให้สามารถขับถ่ายได้สะดวกเป็นเหตุให้สามารถลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งลำไส้ได้ [36]

2.5 จุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์และให้โทษ

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ต่ออาหารรวมไปถึงผลจากสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารที่ส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่หรืออาจทำให้อาหารเน่าเสียได้ อีกทั้งยังเป็นการศึกษาการทำลายหรือยับยั้งตลอดจนตรวจสอบสายพันธุ์และคุณภาพของจุลินทรีย์ในอาหาร

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร (Contamination) โดยจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตพร้อมกับสร้างสารบางอย่างออกมาในอาหาร ซึ่งสารเหล่านั้นอาจส่งผลดีหรือผลเสียต่ออาหารได้และเมื่อผู้บริโภครับประทานเข้าไปก็อาจก่อให้เกิดประโยชน์หรือโทษได้เช่นกัน ดังนั้นจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ดีหรือไม่จะต้องพิจารณาจากปัจจัยอื่นๆอีกด้วย เช่น ความเป็นกรด – ด่าง ความชื้น สารให้ความหวานชนิดของอาหาร สายพันธุ์จุลินทรีย์ วิธีการเตรียม การสัมผัสกับอาหารและความสะอาดของเครื่องมือหรือขั้นตอนปฏิบัติการ [37]

2.5.1 บทบาทที่สำคัญของจุลินทรีย์ทางอาหาร

2.5.1.1 จุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์

ประโยชน์ที่เกิดจากจุลินทรีย์โดยส่วนใหญ่จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ให้ประโยชน์ต่อการสร้างผลิตภัณฑ์ในภาคอุตสาหกรรมอาหารและยา เช่น แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก ได้แก่ *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. ในการทำโยเกิร์ต นมเปรี้ยว เนยแข็งและแหนม หรือพวกยีสต์สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ เหล้าและไวน์ ส่วนกลุ่มที่สอง คือกลุ่มที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของมนุษย์โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้จะช่วยให้ระบบขับถ่ายของร่างกายทำงานเป็นปกติ ร่วมไปถึงยังช่วยลดอาการอักเสบบริเวณลำไส้และสามารถป้องกันอาการท้องเสียที่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียชนิดให้โทษ

1) *Lactobacillus* sp.

แบคทีเรีย *Lactobacillus* sp. จัดอยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียแกรมบวกมีรูปร่างและขนาดสั้นยาวต่างกันโดยส่วนใหญ่จะมีความกว้างตั้งแต่ 0.5 – 1.2 μm ยาว 1.0 – 10.0 μm (ดังแสดงในรูปที่ 2.12) เรียงตัวเป็นสายสั้นหรือบางตัวอาจอยู่เดี่ยวเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียส ในความเป็นกรดด่างช่วง 5.5 – 5.8 สามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์หมักและลำไส้ [38]

โดยสกุลของ *Lactobacillus* sp. ประกอบด้วย 80 ชนิด แต่สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม Homofermentative Species เป็นกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกจากการหมักน้ำตาล และกลุ่ม Heterofermentative Species เป็นกลุ่มที่สร้างกรดแลคติกจากสารชนิดอื่น เช่น เอซีเตดเอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น [39]

รูปที่ 2.12 *Lactobacillus casei*
ที่มา : [40]

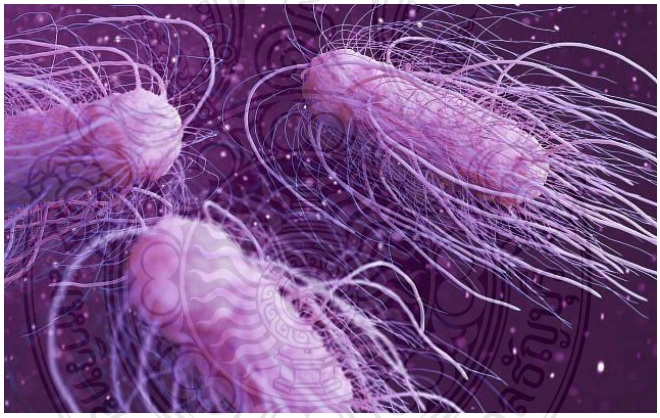
2.5.1.2. จุลินทรีย์ที่ให้โทษ

อาหารที่เป็นพิษจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เกิดจาก 2 รูปแบบ โดยรูปแบบแรกเกิดจากสารพิษที่จุลินทรีย์หหรือเชื้อราสร้างขึ้นต่ออาหาร เช่น Aflatoxin จากเชื้อราพบได้ในผลิตภัณฑ์ถั่วชนิดแห้ง สารพิษจากแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* ที่ส่งผลต่อระบบประสาท และรูปแบบที่สองเกิดจากการที่อาหารเป็นตัวพาเชื้อโรค เช่น *Escherichia coli* เป็นเชื้อจากการปนเปื้อนอุจจาระ มักพบในผักและผลไม้สดหรืออาหารเป็นแหล่งที่ทำให้เชื้อโรคนั้นๆเจริญเติบโตได้ดี เช่น *Salmonella* sp. เป็นต้น

1) *Salmonella* sp.

ลักษณะเป็นรูปท่อน ย้อมสีติดแกรมลบ (ดังแสดงในรูปที่ 2.13) เคลื่อนที่โดนใช้แฟลเจลลารอบเซลล์และใช้ออกซิเจนและอุณหภูมิที่ 6.8 – 45.6 องศาเซลเซียส ในการเจริญเติบโตแต่ไม่เติบโตได้ดีในสภาพค่าความเป็นกรดด่างที่ต่ำกว่า 4.1 หรือค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้น้อยกว่า 0.9

Salmonella sp. ถือว่าเป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญทางด้านอาหาร เพราะแบคทีเรียเหล่านี้สามารถทำให้อาหารเป็นพิษจากการปนเปื้อนในจำนวนที่มาก โดยส่วนใหญ่จะพบได้จากเนื้อสัตว์ที่ปรุงไม่สุกและบริเวณลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ ซึ่งอาการเบื้องต้นจากการได้รับแบคทีเรียชนิดนี้เข้าไปในร่ากาย คือ ปวดท้อง คลื่นไส้ ท้องร่วง หรือมีไข้หนาวสั่น หากได้รับได้ในปริมาณมากอาจทำให้เกิดโรคไข้ไทฟรอยด์และไข้พาราไทฟรอยด์ได้ [39]



รูปที่ 2.13 *Salmonella* sp.
ที่มา : [41]

2) *Escherichia* sp.

ลักษณะเป็นรูปท่อนตรง ขนาด 1.1 – 1.5 x 2.0 – 6.0 μm เรียงตัวเดี่ยวและเคลื่อนที่โดยแฟลเจลลารอบเซลล์ (ดังแสดงในรูปที่ 2.14) สามารถใช้แอซีเตดเป็นแหล่งคาร์บอนในการหมักกลูโคสและคาร์โบไฮเดรตให้ไพรูเวตซึ่งเปลี่ยนต่อไปเป็นกรดแลคติกและกรอฟอร์มิก จากนั้นกรดฟอร์มิกจะเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนด้วยระบบเอนไซม์ไฮโดรเจนไลเอส

E. coli จัดเป็นแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ซึ่งใช้เป็นดัชนีวัดคุณภาพน้ำและอาหาร สามารถทำให้อาหารเป็นพิษได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ สายพันธุ์ผลิตเอนเทอโรทอกซิน (Enterotoxin) ทำให้ผู้ที่ได้รับเกิดอาการท้องร้องคล้ายอหิวาตกโรคในคน โดยอาการจะแสดงออกหลังจากรับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนภายใน 26 ชั่วโมง จากนั้นจะพบว่ามีอาการท้องร่วง อุจจาระเหลวหรืออาจมีอาการคลื่นไส้อาเจียน ส่วนกลุ่มที่สองเป็นสายพันธุ์ที่สร้างไซโทท็อกซิน (Cytotoxin) จะเจริญเติบโตในลำไส้ใหญ่และรุกรานแทรกเข้าไปในเซลล์บุผิวลำไส้ใหญ่ หากพบในปริมาณจะทำให้ร่างกายเกิดอาการ ปวดหัว ปวดท้อง มีไข้หนาวสั่น ท้องร่วง ถ่ายเหลว คล้ายโรคบิด โดยการปนเปื้อนทางด้านอาหารของแบคทีเรียชนิดส่วนใหญ่จะพบได้จากอาหารที่มีการปนเปื้อนของมูลสัตว์หรืออุจจาระ เช่น ผักและผลไม้สด เป็นต้น หรือการมีสุขาภิบาลที่ไม่ดีของผู้สัมผัสอาหารทำให้เกิดการปนเปื้อนข้าม

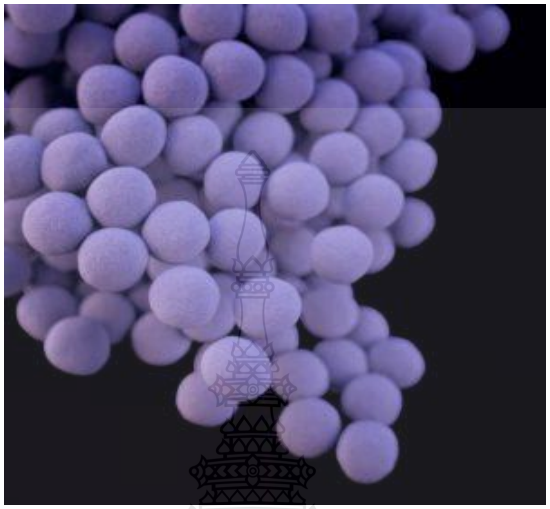
รูปที่ 2.14 *Escherichia coli*
ที่มา : [42]

3) *Staphylococcus aureus*

แบคทีเรียมีลักษณะเป็นรูปกลมเรียงตัวเป็นกลุ่มหรือเป็นคู่สายสั้นๆ และไม่เคลื่อนที่ (ดังแสดงในรูปที่ 2.15) จัดอยู่ในกลุ่มเฟคัลเททีฟ แอนแอโรบ แต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจนในช่วงอุณหภูมิ 4 – 46 องศาเซลเซียส ส่วนในอาหารสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 35 – 40 องศาเซลเซียส โดยมีค่า pH ที่ 4.0 – 9.3 และเติบโตในสภาวะค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ต่ำสุดที่ 0.83 โดยแบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถถูกทำลายได้โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส นาน 12 นาที [43]

แบคทีเรียชนิดที่พบมากในร่างกายมนุษย์หรือในระบบทางเดินอาหาร คือ *Staphylococcus aureus* สามารถพบได้ตามบริเวณผิวหนังหรือในลำไส้ใหญ่ เมื่อมีการปนเปื้อนลงในอาหารจากการหยิบจับสัมผัสอาหาร จะแสดงอาการภายใน 2 – 4 ชั่วโมง โดยพบอาการเบื้องต้น คือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง หากได้รับในปริมาณมากจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ส่วนการติดเชื้อจากแบคทีเรียชนิดนี้ส่วนใหญ่ จะติดเชื้อบริเวณผิวหนังหรือจากแผลผ่าตัด เช่น ฝี ตากุ้งยิง ทำให้มี

การอักเสบบวมแดงและเป็นหนอง นอกจากนี้ *Staphylococus aureus* ยังสามารถทำให้เกิดอาการติดเชื้อชนิดรุนแรงได้อีก เช่น โรคปอดบวม ภาวะกระดูกไขสันหลังอักเสบหรือไขข้ออักเสบและสามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อในกระแสเลือด [43]



รูปที่ 2.15 *Staphylococus aureus*
ที่มา : [44]

2.6 โพรไบโอติก

โพรไบโอติก คือ อาหารที่มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ สามารถพบได้จากผลิตภัณฑ์นมหมัก เนยแข็ง ผลิตภัณฑ์จากผักและเนื้อหมักดองบางชนิด ส่วนในร่างกายของมนุษย์จะพบจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ที่บริเวณระบบทางเดินอาหาร โดยมีบทบาทหน้าที่ช่วยบรรเทาอาการท้องเสีย ลดภาวะติดเชื้อจากแบคทีเรีย อาการท้องผูก ภูมิแพ้และลดสามารถลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ [45] ส่วนจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นสารชีวะบำบัด และจุลินทรีย์ที่มาจากการดัดแปลงพันธุกรรม จะไม่ถือว่าเป็นโพรไบโอติก [46]

การใช้โพรไบโอติก 1 ชนิด หรือมากกว่านี้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น โยเกิร์ตหรือนมเปรี้ยว เป็นต้น จะต้องตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ตลอดอายุการรักษาผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 10^6 CFU [2] โดย CFU ย่อมาจาก Colony Forming Unit คือ หน่วยสำหรับตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ และจะต้องมอบหลักฐานเพื่อแสดงผลการประเมินความปลอดภัยทางจุลชีพและประเมินคุณสมบัติการเป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติก ตามเกณฑ์ที่กำหนดใน Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food (2002) โดยมีหัวข้อเรื่อง คือ การตรวจเอกลักษณ์ของสกุล (Genus) ชนิด (Species) สายพันธุ์ (Strain) ด้วยวิธีที่ถูกต้องตามมาตรฐานทั้งทางลักษณะ (Phenotype) และทางพันธุกรรม (Genotype) และการเรียกชื่อ (Nomenclature) ของจุลินทรีย์จะต้องเป็นชื่อที่ใช้ในปัจจุบันทางการวิทยาศาสตร์

แบคทีเรียแล็กโทบาซิลลัสที่อาศัยอยู่ในร่างกายมนุษย์ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณลำไส้เล็กตั้งแต่แรกเกิดซึ่งถูกส่งผ่านมาจากแม่ ส่วนพวกบิฟิโดแบคทีเรียจะพบได้ที่บริเวณลำไส้ใหญ่ในเด็กอายุ 7 ขวบที่ได้ดื่มนมจากแม่ ทำให้เด็กกลุ่มนี้มีระบบภูมิคุ้มกันที่ดีกว่าเด็กที่ดื่มนมกล่องหรือนมกระป๋อง [47] เมื่อเติบโตขึ้นในระบบทางเดินอาหารก็อาจพบแบคทีเรียที่หลากหลายชนิด หลากหลายสายพันธุ์ตามพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ดังนี้

รูปที่ 2.16 แบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆที่พบในลำไส้
ที่มา : [92]

2.6.1 บทบาทของโพรไบโอติก

จุลินทรีย์ในกลุ่มโพรไบโอติกสามารถออกฤทธิ์ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งในด้านการช่วยเสริมสร้างสุขภาพ ป้องกันและการรักษาโรคบางชนิด รวมไปถึงสามารถสร้างน้ำย่อยเบต้ากาแลคโตสของแบคทีเรียแลคติกบางสายพันธุ์ที่ส่งผลให้ระดับปริมาณน้ำตาลแลคโตสในอาหารลดลงทำให้สามารถลดสาเหตุของการเกิดโรคอุจจาระร่วง นอกจากนี้ยังสามารถผลิตสารที่สามารถใช้เป็นยาปฏิชีวนะ เช่น แอมโมเนีย กรดอินทรีย์ กรดไขมันอิสระ แบคเทอริโอซินและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซค์ เป็นต้น โดยสารดังกล่าวที่แบคทีเรียผลิตออกมานี้ สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและยังสามารถยับยั้งสารพิษบางชนิดจากแบคทีเรียก่อโรค โดยมีกลไกการทำงาน คือ สารดังกล่าวจะเข้าไปปิดกั้นสกัดส่วนที่เป็นพิษเพื่อไม่ให้ไหลเข้าสู่เซลล์ และสามารถแย่งพื้นที่บริเวณต่างๆในลำไส้เพื่อไม่ให้แบคทีเรียก่อโรคได้มีพื้นนที่เกาะ จึงทำให้สามารถลดจำนวนของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายในระบบทางเดินอาหารได้ และนอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มภูมิต้านทานในกระแสเลือดหรือเซลล์ต่างๆเพื่อต่อสู้กับเชื้อโรค รวมไปถึงการสร้างสารป้องกันโรคภายในร่างกาย เช่น Interleukin-12 Interleukin-18 และ Gamma-interferon เป็นต้น [97]

ทั้งนี้การเจริญเติบโตของโพรไบโอติกในร่างกายดำเนินไปด้วยกระบวนการทางธรรมชาติของแบคทีเรีย คือ แบคทีเรียที่มีจำนวนมากกว่าจะมีโอกาสเจริญเติบโตแย่งชิงอาหารและพื้นที่การยึดเกาะได้มากเช่นกัน อีกทั้งยังสามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมต่างๆได้ดีกว่าแบคทีเรียที่ให้โทษ

และสามารถผลิตกรดอินทรีย์ในระหว่างการเจริญเติบโต ทำให้ระดับความเป็นกรด-ด่างของสภาวะแวดล้อมบริเวณนั้นลดลง รวมไปถึงการมีส่วนช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิต้านทานในร่างกาย ชนิด Immunoglobulin A ที่มีส่วนช่วยในการกำจัดเชื้อโรค สามารถป้องกันอาการท้องเสียจากสาเหตุของการปนเปื้อนแบคทีเรียที่ก่อโรคได้เข้าไปสู่ระบบการย่อยอาหาร และเจริญเติบโตขยายพันธุ์จนทำให้เกิดสภาวะผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับหรือมีแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในจำนวนมากก็จะมีส่วนช่วยทำให้แบคทีเรียก่อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้หรือมีจำนวนลดน้อยลง [97]

2.6.2 คุณสมบัติของโพรไบโอติก [98]

โพรไบโอติกเป็นอาหารที่ประกอบด้วยแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในจำนวนไม่น้อยกว่า 10^6 CFU/g เมื่อร่างกายรับได้ในปริมาณที่มากพอจะสามารถช่วยส่งเสริมและสนับสนุนรวมไปถึงการรักษาสมดุลในระบบทางเดินอาหาร ทำให้เกิดผลดีต่อการย่อย การขับถ่ายอย่างปกติและการกระตุ้นภูมิคุ้มกันภายในร่างกาย ซึ่งแบคทีเรียที่พบในระบบทางเดินอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* sp. *Streptococcus thermophiles*, *Bifidobacteria* เป็นต้น ดังนั้นการมีแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในจำนวนมากและหลากหลายสายพันธุ์สามารถสร้างประโยชน์ทางระบบนิเวศในระบบทางเดินอาหารให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

การคัดเลือกแบคทีเรียเพื่อใช้เป็นโพรไบโอติกนั้นจะต้องตรวจสอบความปลอดภัยต่อร่างกายและแบคทีเรียประจำถิ่น ในเบื้องต้นแบคทีเรียที่นำมาใช้ส่วนใหญ่จะสามารถสร้างกรดแลคติกได้เพื่อการปรับตัวและการดำรงอยู่ในสภาพความเป็นกรด-ด่างที่สูงของระบบทางเดินอาหารได้ เนื่องจากในระหว่างกระบวนการย่อยอาหาร แบคทีเรียจะต้องผ่านกระเพาะอาหารที่มีกรด Hydrochloric acid และเอนไซม์อีกหลายชนิด โดยมีค่า pH อยู่ประมาณ 1.5 ดังนั้นเพื่อรักษาการเหลือรอดของแบคทีเรีย การเลือกใช้แบคทีเรียโพรไบโอติกจึงต้องคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมนี้ด้วย อีกทั้งควรมีความสามารถในการยึดเกาะผนังลำไส้หรือกับแบคทีเรียที่ก่อโรค รวมไปถึงสามารถสร้างเอนไซม์บางชนิด เช่น Pactinase Amylase Protease และ Cellulase เป็นต้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหารได้ดียิ่งขึ้น

2.6.3 ลักษณะที่ดีของโพรไบโอติก [100]

2.6.3.1 สามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร

2.6.3.2 สามารถทนต่อสภาวะของเกลือน้ำดี

2.6.3.3 สามารถเกาะติดกับเยื่อมูก เซลล์ผิวเยื่อบุหรือผนังลำไส้ได้ดี

2.6.3.4 สามารถทนฤทธิ์ของเอนไซม์ไฮโดรเลสในการย่อยเกลือน้ำดี

2.6.3.5 สามารถก่อให้เกิดประโยชน์และเป็นมิตรกับแบคทีเรียประจำถิ่น

2.6.3.6 ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนทางพันธุกรรม

2.6.3.7 ไม่ทำให้ตกค้างในซากสัตว์

2.6.3.8 มีความคงทนและสามารถเหลือรอดในขณะเก็บรักษา

2.6.3.9 สามารถเพาะพันธุ์ได้ง่ายเพื่อขยายการผลิตสู่เชิงพาณิชย์

2.6.4 ประโยชน์ของโพรไบโอติก [98]

2.6.4.1 ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ

2.6.4.2 ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล

2.6.4.3 ช่วยให้ร่างกายแข็งแรงและมีสุขภาพดี

2.6.4.4 ช่วยเพิ่มจำนวนแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

2.6.4.5 ช่วยลดจำนวนแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร

2.6.4.6 ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งบริเวณลำไส้

2.6.4.7 ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงการอักเสบบริเวณลำไส้

2.6.4.8 ช่วยกระตุ้นภูมิต้านทานในร่างกาย

2.6.4.9 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหาร

2.6.5 รายชื่อแบคทีเรียโพรไบโอติกจากกระทรวงสาธารณสุขที่สามารถใช้ได้ในอาหาร

2.6.5.1 *Bacillus coagulans*

2.6.5.2 *Bifidibacterium adolescentis*

2.6.5.3 *Bifidobacterium animalis*

2.6.5.4 *Bifidobacterium bifidum*

2.6.5.5 *Bifidobacterium breve*

2.6.5.6 *Bifidobacterium infantis*

2.6.5.7 *Bifidobacterium lactis*

2.6.5.8 *Bifidobacterium longum*

2.6.5.9 *Bifidobacterium pseudolongum*

2.6.5.10 *Enterococcus durans*

2.6.5.11 *Enterococcus faecium*

2.6.5.12 *Lactobacillus acidophilus*

2.6.5.13 *Lactobacillus crispatus*

2.6.5.14 *Lactobacillus gasseri*

2.6.5.15 *Lactobacillus johnsonii*

2.6.5.16 *Lactobacillus paracasei*

2.6.5.17 *Lactobacillus reuteri*

2.6.5.18 *Lactobacillus rhamno*

2.6.5.19 *Lactobacillus salivarius*

2.6.5.20 *Lactobacillus zeae*

2.6.5.21 *Propionibacterium arabinosum*

2.6.5.22 *Staphylococcus sciuri*

2.6.5.23 *Saccharomyces cerevisiae*

2.6.6 การประเมินความปลอดภัยของโพรไบโอติกต่อมนุษย์

2.6.6.1 การดื้อต่อสารปฏิชีวนะ

2.6.6.2 การประเมินฤทธิ์ทางเมแทบอลิก

2.6.6.3 การประเมินผลข้างเคียงระหว่างการศึกษาในมนุษย์

2.6.6.4 การเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาต่อผู้บริโภคหลังการออกจำหน่าย

2.6.6.5 การสร้างสารพิษกรณีที่สายพันธุ์นั้นมีการผลิตสารพิษและการฤทธิ์ทางฮีโมไลติก กรณีที่สายพันธุ์นั้นอยู่ในกลุ่มที่มีโอกาสทำให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง

2.7 พรีไบโอติก

พรีไบโอติก คือ สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ที่มีโอลิโกแซกคาไรด์ เมื่อบริโภคเข้าไปจะทำหน้าเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อลำไส้ โดยที่ร่างกายของมนุษย์จะไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ เมื่อจุลินทรีย์ย่อยพรีไบโอติกจะเกิดกรดไขมันสายสั้น ที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อได้ เช่น เพิ่มประสิทธิภาพของลำไส้ การดูดซึมแคลเซียม การเผาผลาญไขมัน เป็นพลังงานให้เนื้อเยื่อและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะสามารถพบพรีไบโอติกจำพวก อินนูลิน (Inulin) น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Alcohol Sugar) Resistant Starch ได้แก่ แป้งที่ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ (Physically Inaccessible Starch) แป้งที่มีความทนทานต่อการทำงานของเอนไซม์ (Raw Starch Granules) แป้งคืนตัว (Retrograded Starch) และน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides) เช่น Fructooligosaccharides (FOS) Galacto oligosaccharides (GOS) Gluco oligosaccharide และ Xylo- oligosaccharide เป็นต้น [8]

อาหารกลุ่มพรีไบโอติกยังจัดเป็นอาหารเสริมสุขภาพ Functional Food ที่ให้คุณประโยชน์นอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยควบคุมน้ำหนักและช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอล เป็นต้น ทำให้เป็นที่ได้รับความนิยมในกลุ่มคนรักสุขภาพและแม่บ้านที่ใส่ใจต่อสุขภาพ โดยนำพรีไบโอติกผสมผสานกับการปรุงอาหารต่างๆ เช่น เบเกอรี่ ขนมอบ ขนมหวาน เครื่องดื่ม สลัดผักและผลไม้ เป็นต้น ทำให้เกิดคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้นจากเดิมและก่อให้ผลดีต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีเหมาะกับพฤติกรรมการบริโภคของคนในสังคมปัจจุบันนี้ ที่ใช้ชีวิตด้วยความเร่งรีบต้องแข่งขันกับเวลาทำให้เกิดพฤติกรรมการรับประทานที่ผิดไปจากอดีต เช่น การรับประทานอาหารบนรถยนต์ขณะไปทำงาน การบริโภคอาหารอย่างรวดเร็ว เป็นต้น ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้จะทำให้สุขภาพร่างกายเกิดความเสียหาย เจ็บป่วยได้ง่าย และอีกปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งของพฤติกรรมที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ คือ ไม่มีเวลาออกกำลังกายและรับประทานอาหารไม่หลากหลาย [99] ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมในกลุ่มอาหารพรีไบโอติก ที่จัดอยู่ใน Functional Food จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมสุขภาพให้แข็งแรง สะดวกต่อการรับประทานและถูกพัฒนาให้เหมาะสมกับการดำเนินชีวิตของผู้บริโภคสมัยใหม่ นำไปสู่มูลค่าทางเศรษฐกิจของประเทศจากการจำหน่ายสินค้ากลุ่มนี้ โดยมีภาพตัวอย่างสินค้า Functional Food ที่เป็นการพัฒนานำไปสู่การค้าเชิงพาณิชย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.17 ดังนี้

รูปที่ 2.17 ผลิตภัณฑ์ Functional Food น้ำมันตับปลาชนิดแคปซูล
ที่มา : [93]

2.7.1 ประเภทของพรีไบโอติก

2.7.1.1 น้ำตาลแอลกอฮอล์

เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างการสังเคราะห์โพลิเมอร์ 1 – 2 หน่วย เช่น มอล์ทิโทส ซอบิทอล์ ไอโซมอลและไซลิทอล์ เป็นต้น เป็นสารให้ความหวานได้แต่ให้ความหวานเพียงครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับน้ำตาลซูโครส โดยมีค่าความหวาน (ดังแสดงในตารางที่ 2.4) [96] และถูกลำไส้ดูดซึมได้อย่างช้าๆ ทำให้มีส่วนช่วยการลดการลำเลียงน้ำตาลเข้าสู่เลือด

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบความหวานของน้ำตาลแอลกอฮอล์ต่อซูโครส

ชนิดของน้ำตาลแอลกอฮอล์	พลังงาน kcal/g	ปริมาณความหวาน (น้ำตาลแอลกอฮอล์ : ซูโครส)
Arabitol	0.20	0.70 : 1.00
Erythritol	0.20	0.80 : 1.00
Glycerol	4.30	0.60 : 1.00
Isomalt	2.00	0.50 : 1.00
Lactitol	2.00	0.40 : 1.00
Maltitol	2.10	0.90 : 1.00
Mannitol	1.60	0.60 : 1.00
Sorbitol	2.60	0.60 : 1.00
Xylitol	2.40	1.00 : 1.00

ที่มา : [96]

2.7.1.2 Resistant Starch

เป็นผลิตภัณฑ์แป้งที่กระเพาะและลำไส้เล็กไม่สามารถย่อยได้ โดยมีลักษณะโครงสร้าง (ดังแสดงในรูปที่ 2.18) และสามารถแบ่งตามลักษณะได้อีก 3 ประเภท ดังนี้

1) แป้งที่ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ (Physically Inaccessible Starch) มีลักษณะถูกห่อหุ้มโดยโปรตีนหรือถูกตรึงโดยเซลล์หุ้มเมล็ดพืช จึงทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าไปย่อยหรือทำปฏิกิริยากับแป้งได้

2) แป้งที่มีความทนทานต่อการทำงานของเอนไซม์ (Raw Starch Granules) มีลักษณะทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ โครงสร้างของเม็ดแป้งจะไม่มีรูให้ช่องเปิดให้เอนไซม์เข้าสู่เม็ดแป้ง เช่น แป้งจากเมล็ดถั่ว เม็ดแป้งกล้วยดิบ เม็ดแป้งมันฝรั่งดิบ เป็นต้น

3) แป้งคืนตัว (Retrograded Starch) จะเกิดขึ้นเมื่อแป้งเกิดการเจลาติไนซ์แล้วถูกทำให้เย็นตัวลง ทำให้อะมิโลสที่เป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นของกลูโคสในน้ำแป้งหลุดออกมาในขณะที่เม็ดแป้งพองตัวเกิดการจัดเรียงตัวใหม่เป็นผลึกแป้งที่แข็งแรงขึ้นและทนต่อการถูกย่อยด้วยเอนไซม์

รูปที่ 2.18 โครงสร้างของแป้งทนทานการย่อย
ที่มา : [95]

2.7.1.3 Non-Starch Polysaccharides

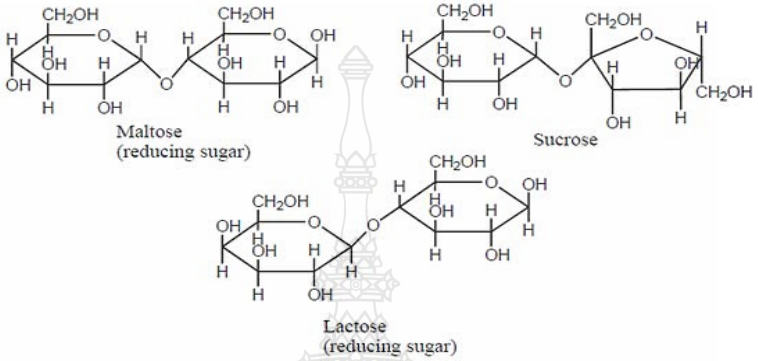
เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ที่มีการจับกันของน้ำตาลพันธะไกลโคซิดิกอื่นๆ นอกเหนือจากพันธะที่พบในแป้ง เป็นส่วนประกอบหลักของผนังเซลล์พืช ประกอบไปด้วย เซลลูโลส เพคทิน กัม เฮมิเซลลูโลส และมิวซิเลจ พบในข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ข้าวไรย์ และถั่วต่างๆ เป็นต้น [48]

2.7.1.4 อินนูลิน

เป็นโพลิแซ็กคาไรด์ละลายในน้ำได้และมีความคงตัวที่สูง ทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้กับพืช โดยมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยฟรุกโตสร้อยละ 80.00 และกลูโคสร้อยละ 20.00 เชื่อมต่อด้วยพันธะ β(2-1) มีความยาว 2 - 60 หน่วย

2.7.1.5 น้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์

น้ำตาลชนิดนี้จัดเป็นพอลิแซ็กคาไรด์สายสั้น 2 – 20 หน่วยเช่น Stachyose, Raffinose, Fructooligosaccharides (FOS) Lactose, Lactulose, Galacto oligosaccharides (GOS), Soybean oligosaccharide, Isomalto oligosaccharide, Lactosucrose, Gluco oligosaccharide, Palatinose และ Xylo oligosaccharide โดยโมเลกุลของโอลิโกแซคคาไรด์ ดังแสดงในรูปที่ 2.19 ดังนี้



รูปที่ 2.19 โมเลกุลของโอลิโกแซคคาไรด์
ที่มา : [94]

2.7.2 การตรวจสอบคุณภาพพรีไบโอติก

ในการตรวจสอบคุณภาพพรีไบโอติก สามารถทดสอบได้ 2 วิธี [101] ดังนี้

2.7.2.1 ทดสอบกับเชื้อบริสุทธิ์

การใช้เชื้อบริสุทธิ์จัดเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกต่อการทดสอบสมบัติพรีไบโอติก โดยทำการเพาะเชื้อแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ก่อโรคและสามารถพบได้ในลำไส้ ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 จาน โดย จานที่ 1 ทำการผสมกับสารทดสอบ (พรีไบโอติก) ร้อยละ 1.00 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร ส่วนจานที่ 2 ไม่ต้องผสมสารทดสอบ จากนั้นนำทั้ง 2 จาน ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ในสภาวะไร้อากาศและปลอดการปนเปื้อน เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้นำตัวอย่างทดสอบทั้ง 2 จาน ออกมาจากตู้บ่มเชื้อ ทำการนับจำนวนแบคทีเรียและเปรียบเทียบ หากจานที่เติมสารทดสอบ (พรีไบโอติก) มีจำนวนแบคทีเรียเกิดขึ้นมากกว่าจานที่ไม่เติมสารทดสอบ จึงสรุปได้ว่าสารทดสอบเป็น พรีไบโอติก สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในลำไส้ได้

2.7.2.2 ทดสอบกับเชื้อผสม

การใช้เชื้อผสมจะมีขั้นตอนที่ยากกว่าการเชื้อบริสุทธิ์ โดยทำการเพาะเชื้อแบคทีเรียโพรไบโอติกร่วมกับแบคทีเรียที่ก่อโรคและสามารถพบได้ในลำไส้ ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 จาน โดย จานที่ 1 ทำการผสมกับสารทดสอบ (พรีไบโอติก) ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร ส่วนจานที่ 2 ไม่ต้องผสมสารทดสอบ จากนั้นนำทั้ง 2 จาน ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ในสภาวะไร้อากาศและปลอดการปนเปื้อน เมื่อถึงเวลาที่กำหนดให้นำตัวอย่างทดสอบทั้ง 2 จาน ออกมาจากตู้บ่มเชื้อ ทำการนับจำนวนแบคทีเรียและเปรียบเทียบ หากจานที่เติมสารทดสอบ (พรีไบโอติก) มีจำนวน

แบคทีเรียโพรไบโอติกมากกว่าจานที่ไม่เติมสารทดสอบ หรือจำนวนแบคทีเรียก่อโรคน้อยกว่าจานที่ไม่เติมสารทดสอบ จึงสรุปได้ว่าสารทดสอบเป็นพรีไบโอติก สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในลำไส้ได้และมีความสามารถต่อการแข่งขันกับแบคทีเรียที่ก่อโรค

2.7.3 ประโยชน์ของพรีไบโอติก

สารในกลุ่มพรีไบโอติก จัดเป็น Functional Food ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยจะกระตุ้นการทำงานและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก (Probiotic) ที่อยู่ในลำไส้ เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม Lactic Acid Bacteria เมื่อพรีไบโอติกและโพรไบโอติกทำงานร่วมกัน จะเกิดคุณสมบัติพิเศษที่เรียกว่า ซินไบโอติก (Synbiotics) ทำให้โพรไบโอติกมีประสิทธิภาพในทำหน้าที่ได้ดียิ่งขึ้น [8] และ [99] ดังต่อไปนี้

2.7.3.1 เพิ่มประสิทธิภาพแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในการป้องกันการติดเชื้อในลำไส้

2.7.3.2 ช่วยควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคในร่างกาย โดยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์จะทำหน้าที่ทำลายแบคทีเรียกลุ่มที่ก่อโรค จึงสามารถลดอัตราการเกิดโรคในระบบทางเดินอาหารได้

2.7.3.3 ช่วยส่งเสริมการดูดซึมแร่ธาตุและลดสารพิษชนิดสะสมตามผนังลำไส้

2.7.3.4 ช่วยกระตุ้นการสร้างภูมิต้านทานและป้องกันความผิดปกติของภูมิคุ้มกัน

2.7.3.5 ช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารและที่ขับออกมาในรูปน้ำดี

2.7.3.6 ช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้บางชนิด

2.7.3.7 ช่วยลดน้ำตาลในเลือดโดยกระตุ้นฮอร์โมนอินเครทิน

2.7.3.8 ช่วยป้องกันและต่อต้านอนุมูลอิสระ

2.7.3.9 ช่วยป้องกันการแข็งตัวของเส้นเลือดแดง

2.7.3.10 ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคโลหิตจาง

2.7.3.11 ช่วยกระตุ้นการสร้างคอลลาเจน

2.7.3.12 ช่วยบรรเทาอาการติดเชื้อบริเวณช่องคลอด

2.7.3.13 ช่วยกระตุ้นการสร้าง Hyaluronic acid

2.7.3.14 ช่วยขัดขวางการปล่อยฮิสตามีน

2.7.3.15 ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2

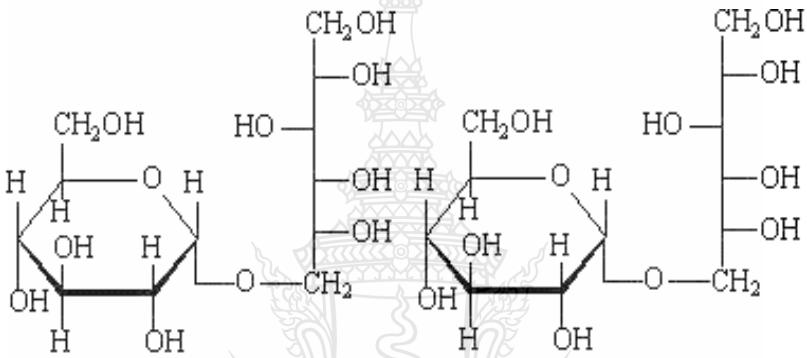
2.7.3.16 ช่วยลดคราบแบคทีเรียบริเวณผิวฟัน

2.8 สารให้ความหวานพาลาทีน

สารให้ความหวานพาลาทีนเป็นน้ำตาลประเภทไอโซมอลที่ให้ความหวานและมีคุณค่าทางโภชนาการ เกิดจากการแปรรูปจากซูโครสให้มีพันธะที่ร่างกายสามารถดูดซึมได้ช้า จึงทำให้ไอโซมอลจัดอยู่ในกลุ่มสารให้ความหวานที่มีดัชนีค่า GI ต่ำ (Low Glycemic Index) ที่เหมาะกับการควบคุมน้ำตาลในเลือดและมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร โดยไอโซมอลจะมีความหวานอยู่ที่ระดับ 45 – 60 ของน้ำตาลซูโครส ให้พลังเพียง 2 แคลอรี่ต่อกรัม [49] ให้รสหวานใกล้เคียงน้ำตาลซูโครสโดยไม่ทำให้รู้สึกขมเฝื่อนเหมือนอย่างหญ้าหวาน และมีความสามารถในการทนต่อความร้อน ทำให้ไอโซมอลถูกใช้เป็นสารให้ความหวานกับผลิตภัณฑ์ได้อย่างหลากหลาย

2.8.1 กระบวนการผลิตพาลาทีน

สารให้ความหวานพาลาทีนเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar Alcohol) ที่มาจากการเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำตาลซูโครส 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 เป็นการเปลี่ยนโมเลกุลของน้ำตาลซูโครสด้วยเอนไซม์ไอโซมอลทูโลส และขั้นตอนที่ 2 การเติมไฮโดรเจน (Hydrogenation) จึงได้เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่เป็นคาร์โบไฮเดรตมีโครงสร้างโมเลกุล การสังเคราะห์โพลิเมอร์ 1 – 2 หน่วย จัดเป็นสารให้ความหวานได้แต่ให้ความหวานเพียงครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับน้ำตาลซูโครสและมีดัชนีไกลซิมิก (Glycemic Index) ต่ำ ลำไส้ดูดซึมได้ช้าจึงทำให้มีส่วนช่วยการลดการลำเลียงน้ำตาลเข้าสู่เลือด ไอโซมอลให้พลังงาน 2 แคลอรี่ต่อกรัมที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลทรายที่ให้พลังงาน 4 แคลอรีต่อกรัม โดยมีโครงสร้างของโมเลกุล ดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 โครงสร้างโมเลกุลน้ำตาลแอลกอฮอล์
ที่มา : [50]

2.9 ซินไบโอติก

ซินไบโอติกเป็นสมบัติที่เกิดจากอาหารที่เป็นโพรไบโอติก (Probiotic) ซึ่งเป็นอาหารที่มีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สามารถพบได้จากผลิตภัณฑ์นมหมัก เนยแข็ง ผลิตภัณฑ์จากผักและเนื้อหมักดอง ส่วนในร่างกายของมนุษย์จะพบจุลินทรีย์เหล่านี้ได้ที่บริเวณระบบทางเดินอาหาร โดยมีบทบาทหน้าที่ช่วยบรรเทาอาการท้องเสีย ลดภาวะการติดเชื้อจากแบคทีเรีย อาการท้องผูก ภูมิแพ้และสามารถลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ [45] โดยโพรไบโอติกที่พบในอาหารจะต้องประกอบด้วยแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายในจำนวนไม่น้อยกว่า 10^6 CFU/g และเมื่อร่างกายได้รับในปริมาณที่มากพอ จะสามารถช่วยส่งเสริมและสนับสนุนแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในการทำหน้าที่ต่างๆภายในร่างกาย รวมไปถึงการรักษาสมดุลในระบบทางเดินอาหาร โดยแบคทีเรียที่พบในระบบทางเดินอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* sp. *Streptococcus thermophiles*, *Bifidobacteria* เป็นต้น และเมื่อได้รวมตัวกับอีกองค์ประกอบหนึ่งที่เรียกว่า พรีไบโอติก (Prebiotic) จัดอยู่จำพวกของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เมื่อบริโภคเข้าไปจะมีทำหน้าเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อลำไส้ โดยที่ร่างกายของมนุษย์จะไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้และเมื่อจุลินทรีย์ย่อย

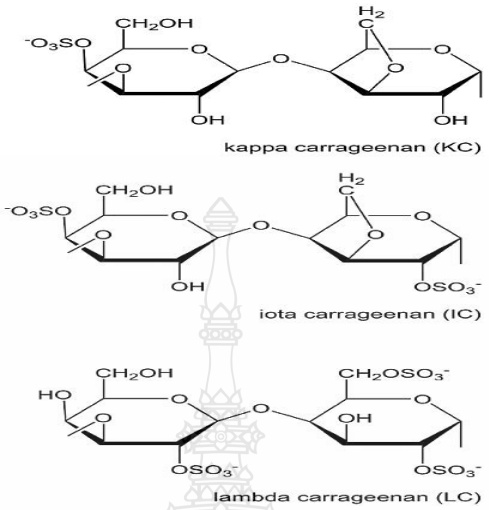
พรีไบโอติกจะทำให้เกิดกรดไขมันสายสั้นที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ [99] ซึ่งส่วนใหญ่จะสามารถพบพรีไบโอติก ได้แก่ อินนูลิน (Inulin) น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Alcohol Sugar) และ Resistant Starch เช่น แป้งที่ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ (Physically Inaccessible Starch) แป้งที่มีความทนทานต่อการทำงานของเอนไซม์ (Raw Starch Granules) แป้งคืนตัว (Retrograded Starch) และในกลุ่มของน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides) เป็นต้น เมื่อทั้งสององค์ประกอบได้รวมตัวกัน จะทำให้จุลินทรีย์โพรไบโอติกเหล่านั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและสามารถต่อสู้กับแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบริเวณลำไส้ได้ดีและยิ่งไปกว่านั้นการคัดเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับชนิดของพรีไบโอติกยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น [51]

โดยปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณประโยชน์ของการบริโภคอาหารที่มีคุณสมบัติซินไบโอติกอย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น ทำให้กลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่ม เช่น กลุ่มคนรักสุขภาพ กลุ่มผู้บริโภคอาหารมังสวิรัติ และกลุ่มแม่ลูกอ่อน เป็นต้น มีแนวโน้มให้ความสนใจกับซินไบโอติกเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เพราะ ในปัจจุบันได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิผลของการใช้ซินไบโอติกกับผู้ป่วยบางโรคที่ให้ผลลัพธ์ออกมาค่อนข้างดีและเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก อาทิเช่น การใช้ซินไบโอติกชนิดแคปซูลเพื่อบรรเทาอาการท้องผูกและอาการปวดท้อง [52] สามารถบรรเทาความรุนแรงของโรคผิวหนังอักเสบซีบอเรอิคเดอมาไตติสที่มีระดับการอักเสบน้อยถึงปานกลางได้ [53] รวมไปถึงยังสามารถลดอาการอักเสบแบบเฉียบพลันที่เกิดจากรังสีในระหว่างการรักษาด้วยรังสีสำหรับมะเร็งต่อมลูกหมากในผู้ป่วยที่อยู่ระหว่างการรักษามะเร็งต่อมลูกหมากได้ [66] อีกทั้งยังสามารถต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ [54] นอกจากนี้ยังพบรายงานการวิจัยซินไบโอติกในหนูขาวอีกว่า ในการทดสอบการบรรเทาภาวะการอักเสบในระบบทางเดินอาหารของหนูขาว โดยวิเคราะห์การเกิดเอนไซม์ β-Glucuronidase ที่เป็นเอนไซม์ในการบ่งบอกถึงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ พบว่า หนูขาวที่ได้รับซินไบโอติกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถลดการเกิดเอนไซม์ β–Glucuronidase ที่เป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้ [45] อีกทั้งการใช้ซินไบโอติกในระยะเวลา 12 สัปดาห์ กับหนูขาวที่เป็นโรคอ้วนด้วยสาเหตุจากการได้รับอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง (High – Fat Diet, HFD) และคอเลสเตอรอลสูง สามารถลดน้ำหนักและระดับไขมันในเลือดรวมถึงคอเลสเตอรอลไตรกลีเซอไรด์และไลโปโปรตีนของหนูขาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งซินไบโอติกยังมีส่วนช่วยในการฟื้นฟู ขยายจำนวนและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร [64 - 65]

2.10 คาราจีแนน

คาราจีแนนจัดเป็นโพลิแซคคาไรด์ที่มีความคงตัว ยืดหยุ่นสูง มีลักษณะผงสีเหลืองอ่อนที่สกัดมาจากสาหร่ายทะเลสีแดง โดยมีขนาดอนุภาค 200 mesh จุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 50 – 70 องศาเซลเซียส สามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน มีความคงตัวที่ค่า pH มากกว่า 7 และคงตัวน้อยลง เมื่อค่าความเป็นกรด – ด่าง น้อยกว่า 7 โดยโครงสร้างโมเลกุลของคาราจีแนนมีลักษณะเป็นเกลียวต่อกันเป็นสายยาว สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ แคปปา ไอโอตาและแลมดา ซึ่งทั้ง 3 ชนิดนี้มีองค์ประกอบเป็นน้ำตาลกาแลคโตสที่ถูกเอสเตอริไฟด์กับกรดซัลฟิวริคในระดับที่แตกต่างกันและคุณสมบัติของแต่ละชนิดมีประจุ

ลบของหมู่ซัลเฟตในโมเลกุลที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน (ดังแสดงในรูปที่ 2.21) ทำให้เกิดความแตกต่างทางคุณสมบัติทางกายภาพ [54] ดังแสดงในตารางที่ 2.5 ดังนี้



รูปที่ 2.21 โมเลกุลของคาราจีแนนชนิดต่างๆ
ที่มา : [55]

ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของคาราจีแนนชนิดต่างๆ

คุณสมบัติ	แคปปา	ไอโอตา	แลมดา
การละลาย			
น้ำอุณหภูมิ 80 ˚C	ละลาย	ละลาย	ละลาย
น้ำอุณหภูมิ 20 ˚C	ละลายในสารละลายเกลือโซเดียม	ละลายในสารละลายเกลือโซเดียม	ละลาย
นมอุณหภูมิ 80 ˚C	ละลาย	ละลาย	ละลาย
นมอุณหภูมิ 20 ˚C	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย
สารละลายน้ำตาล 50%	ละลายขณะร้อน	ไม่ละลาย	ละลาย
สารละลายน้ำตาล 10%	ไม่ละลาย	ละลายขณะร้อน	ละลายขณะร้อน
การเกิดเจล	โพแทสเซียมอิออน	แคลเซียมอิออน	ไม่เกิดเจล
ลักษณะของเจล	เปราะบาง แตกหักง่าย	ยืดหยุ่น	ไม่เกิดเจล
การแยกตัวของน้ำ	เกิดการแยกตัว	ไม่เกิดการแยกตัว	ไม่เกิดการแยกตัว

ที่มา : [56]

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 กัญชัญญา ดีมีชัย [52] ได้ศึกษาประสิทธิผลของการใช้ซินไบโอติกชนิดแคปซูลในการบรรเทาอาการท้องผูกของกลุ่มประชากรในชุมชนหนองจอก พบว่า ซินไบโอติกในแคปซูลประกอบด้วย *Bifidobacterium sp*. Lactic BB12, *Bifidobacterium longum, Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei, Steptococcus thermophilud*, Fructo oligosaccharides (FOS), Inulin และ Fibers โดยมีผู้ทดสอบผ่านการคัดกรอง Roma III criteria จำนวน 20 คน รับประทานยาวันละ 2 แคปซูล เป็นเวลา 7 วัน สามารถช่วยบรรเทาอาการท้องผูกและอาการปวดท้องได้

2.11.2 ศรีสุดา เคยอาษา [57] ได้ศึกษาคุณลักษณะของเอนไซม์ฟรุกโตซิลทรานสเฟอเรสจากแก่นตะวันเพื่อนำไปผลิตฟรุกโตลิโกแซคคาไรด์ พบว่า การใช้เอนไซม์บริสุทธิที่สามารถสังเคราะห์ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ได้เมื่อใช้ซูโครสเป็นสารตั้งต้น และเมื่อนำฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่ได้จากการสังเคราะห์มาทดสอบคุณสมบัติความเป็นพรีไบโอติก โดยการนำฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ร้อยละ 2.00 เติมลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมง พบว่าฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของ *Bifidobacterium* sp.

2.11.3 ศุภนิช สิทธิบุศย์ [4] ได้ศึกษาผลของพรีไบโอติกต่อการเหลือรอดของจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus casei* ในไอศกรีมซินไบโอติก พบว่า การเติมอินนูลินในไอศกรีมระดับสูงสุด คือ ร้อยละ 4.00 สามารถเพิ่มการเหลือรอดของจุลินทรีย์ *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus casei* ได้มากที่สุด ดังนั้นระดับการเติมอินนูลินที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการเหลือรอดของจุลินทรีย์โพรไบโอติก

2.11.4 ศริญาภัสร์ กรพัฒนนนท์ [58] ศึกษาประสิทธิผลของแก่นตะวันที่มีต่อระดับโฮโมซิสติอีนในผู้ป่วยก่อนเบาหวาน พบว่า หลังรับประทานแก่นตะวันอบแห้งชนิดแคปซูล วันละ 10 กรัม เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยของโฮโมซิสติอีนที่เป็นตัวบ่งบอกถึงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของผู้ทดสอบมีแนวโน้มลดลง

2.11.5 ชุตินันท์ ประสิทธิ์ภูริปรีชา และคณะ [45] ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกที่มีส่วนผสมของพรีไบโอติกจากถั่วเหลืองและโพรไบโอติก เพื่อต้านการอักเสบของระบบทางเดินอาหารในหนูขาวโดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการเกิดเอนไซม์ β–Glucuronidase ที่เป็นเอนไซม์ในการบ่งชี้ถึงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ พบว่า เมื่อหนูขาวได้รับซินไบโอติกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถลดการเกิดเอนไซม์ β–Glucuronidase ได้

2.11.6 WassThilakarathna et.al. [54] ได้ศึกษาศักยภาพในการป้องกันมะเร็งของซินไบโอติกร่วมกับโพลีฟีนอล พบว่า การได้รับซินไบโอติกร่วมกับโพลีฟีนอลที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระมีส่วนช่วยในการป้องกันการเกิดมะเร็ง

2.11.7 Qiuhong Yu et.al. [59] ได้ศึกษาผลของอินนูลินจากแก่นตะวันร่วมกับแบคทีเรีย *Bifidobacteria* บริเวณลำไส้ของหนูขาวในการบรรเทาภาวะไขมันในเลือดสูงในหนูขาว พบว่า การให้อินนูลินปริมาณ 5 กรัมต่อวัน เป็นเวลา 7 วัน สามารถบรรเทาและลดภาวะไขมันในเลือดสูงในหนูขาว

2.11.8 Hwa-Young Choi et.al. [60] ได้ศึกษา ผลของการหมักกรดแลคติกจากแก่นตะวันด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus paracasei* พบว่า แก่นตะวันปริมาณ 110 กรัมต่อฟรุคโตส 16.8 กรัม หมักด้วยเชื้อ *L. paracasei* เป็นเวลา 72 ชั่วโมง อินนูลินจากแก่นตะวันทำให้เกิดกรดแลคติกในถังหมักถึง 6 เท่า

2.11.9 ศิริรัตน์ เฉลยสรรพ [61] ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียแลคติกที่แยกจากอาหารและแนวทางในการปรับปรุงสายพันธุ์ *Lactobacillus plantarum* เพื่อใช้เป็นโพรไบโอติก พบว่า *L. plantarum* สามารถออกฤทธิ์ต้าน *Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis* และ *Escherichia coli* โดยทำการทดสอบด้วยวิธี Well Diffusion

2.11.10 ณัฐธญาณ์ ศรีสุวอ [62] ได้ศึกษาผลของนมและอินนูลินที่มีผลต่อสมบัติเคมีกายภาพของพุดดิ้งข้าวเสริมโพรไบโอติก พบว่า ในขั้นตอนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 21 วัน โดยสูตรพุดดิ้งที่มีการเติมอินนูลินในปริมาณร้อยละ 2.00 ร่วมกับนมสามารถรักษาสมบัติโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ได้ โดยตรวจพบการเหลือรอดของแบคทีเรียแลคติกสูงถึง 10^8 CFU/g

2.11.11 ณัชฌา พันธุ์วงษ์ และคณะ [63] ได้ศึกษาการลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา พบว่า เมื่อลดปริมาณน้ำตาลซูโครสร้อยละ 50 และ 100 ของสูตรซาลาเปา และทดแทนความหวานด้วยสารให้ความหวานพาลาทีน ร้อยละ 25.00 และ 50.00 ของน้ำตาลซูโครส นำไปวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลโดยวิธี SAG พบว่าสามารถลดค่าดัชนีน้ำตาลซูโครสลงได้ ซึ่งเหมาะต่อผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

2.11.12 มนัญญา คีรีศรี [53] ได้ศึกษาประสิทธิผลของซินไบโอติกในการรักษาโรคผื่นผิวหนังอักเสบซีบอเรอิคเดอมาไตติส พบว่า ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผู้ป่วยจำนวน 14 คนที่ได้รับการรักษาด้วยซินไบโอติก ชนิดแคปซูล สามารถบรรเทาความรุนแรงของโรคผิวหนังอักเสบซีบอเรอิคเดอมาไตติส ที่มีระดับการอักเสบน้อยถึงปานกลางได้

2.11.13 Xinxin Ke et.al. [64] ได้ศึกษาการใช้ซินไบโอติกเพื่อศึกษาการเผาผลาญอาหารในลำไส้ของหนูขาว พบว่า การให้ซินไบโอติกในระยะเวลา 12 สัปดาห์ กับหนูขาวที่เป็นโรคอ้วนด้วยสาเหตุจากการได้รับอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง (High – Fat Diet, HFD) สามารถลดน้ำหนักของหนูขาวได้อีกทั้งซินไบโอติกยังมีส่วนช่วยในการฟื้นฟู เพิ่มจำนวนและประสิทธิภาพของแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร

2.11.14 Samadrita Sengupta et.al. [65] ได้ศึกษาผลของซินไบโอติกจากโยเกิร์ตถั่วเหลืองต่อตับของหนูขาว พบว่า หนูขาวที่ถูกให้อาหารที่มีระดับคอเลสเตอรอลสูง หนูขาวที่ได้รับโยเกิร์ตถั่วเหลืองเป็นเวลา 5 สัปดาห์ จากนั้นนำไปตรวจเลือดเพื่อวิเคราะห์ระดับไขมันในเลือด สถานะออกซิเดชั่นและสารต้านอนุมูลอิสระ จากผลวิเคราะห์เลือดแสดงให้เห็นถึงระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และไลโปโปรตีนลดลงอย่างมีนัยสำคัญของดัชนีไขมันในหลอดเลือดหนูขาว

2.11.15 Mariana Nascimento et.al. [66] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ซินไบโอติกในการลดอาการอักเสบแบบเฉียบพลันที่เกิดจากรังสีในระหว่างการรักษาด้วยรังสีสำหรับมะเร็งต่อมลูกหมาก พบว่า การรับประทานซินไบโอติกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ก่อนการรักษาด้วยการฉายรังสีมะเร็งต่อมลูกหมาก ผู้ป่วยที่ได้รับประทานซินไบโอติกสามารถลดความเสี่ยงของการเกิดอาการอักเสบระหว่างการรักษาด้วยรังสีสำหรับมะเร็งต่อมลูกหมากได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก เพื่อศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวันและเพื่อศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยครั้งนี้ คือ ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่พรีไบโอติกจากแก่นตะวัน เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณสมบัติซินไบโอติกและได้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่สำหรับคนรักสุขภาพ โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 นมสดพาสเจอร์ไรส์ ตรา ดัชมิลล์

3.1.1.2 นมผง ตรา ดัชมิลล์ เจ็นไอ นิวทริ วีพลัส

3.1.1.3 น้ำตาลซูโครส ตรา มิตรผล

3.1.1.4 หัวเชื้อโยเกิร์ต ไบโอโยเกิร์ตรสออริจินัล ตรา ดัชชี่

3.1.1.5 แก่นตะวันสด จาก ร้านผึ้งหลวง

3.1.1.6 สารให้ความหวานพาลาทีน

3.1.1.7 คาราจีแนนชนิด Kappa Carageenan

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 เทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล ตรา Extech รุ่น 39240

3.1.2.2 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ตรา Electronic scale รุ่น SF-400A

3.1.2.3 เครื่องปั่นของเหลว ตรา Hisonic Blender รุ่น 3526W

3.1.2.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ตรา Memmert รุ่น WNB7

3.1.2.5 เครื่องบ่มเชื้อ (Incubator) ตรา Severin รุ่น JG 3519.760

3.1.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องวัดความหนืด Rotational Viscometer รุ่น NDJ-5S / JEDTO

3.1.3.2 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ตรา Naslova รุ่น TAXT Plus

3.1.3.3 เครื่องวัดค่าสี L* a* b* ตรา Hunter Lab รุ่น CFE20126

3.1.4 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

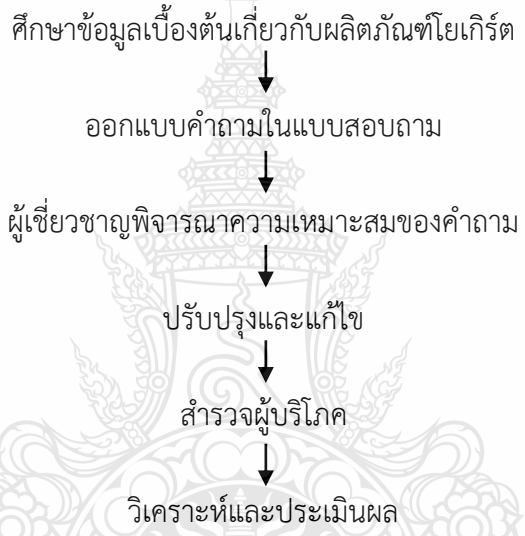
3.1.4.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง pH Meter ตรา Tran Instrument รุ่น BP3001

3.1.4.2 เครื่องวัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ Hand Refractometer ตรา Yieryi รุ่น Master-3M

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ในการศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต โดยระดมความคิดเพื่อหาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต โดยตั้งคำถามในแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ตและทิศทางความต้องการของผู้บริโภคในพื้นที่ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 150 คน อายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ด้วยวิธีการใช้แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยแบบสอบถามจะประกอบด้วยข้อมูล 3 ข้อมูล คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ตและข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และแบบสอบถาม ดังแสดงในภาคผนวก ข ดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์และประเมินผล โดยคำนวณค่าความถี่เป็นจำนวนร้อยละและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ จากนั้นทำการคัดเลือกแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาขั้นต่อไป โดยพิจารณาจากผลคะแนนการตอบแบบสอบถามจากผู้บริโภคลำดับที่ 1 และ 2

3.2.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก

ในการศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ต โดยแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 6.00, 8.00 และ 10.00 แปรปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00 และ 4.00 ของปริมาณนมสดพาสเจอร์ไรส์ (ดัดแปลงสูตรจากงานวิจัยของเมธาวี [67]) ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 6 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.1 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD โดยมีขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต ดังแสดงในรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สูตรการพัฒนาโยเกิร์ตโพรไบโอติก

สูตรที่	น้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)	หัวเชื้อโยเกิร์ต (ร้อยละ)
1	6.00	2.00
2	8.00	2.00
3	10.00	2.00
4	6.00	4.00
5	8.00	4.00
6	10.00	4.00

หมายเหตุ : ดัดแปลงสูตรจากงานวิจัยของเมธาวี [67]

โดยมีขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต ดังนี้

ผสมนมสดพาสเจอร์ไรส์ น้ำตาลซูโครส ตามที่กำหนดในตารางที่ 3.1
และนมผงร้อยละ 5.00 ของน้ำหนักนมสด

↓

นำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

↓

ทิ้งให้อุณหภูมิลดลงถึง 43 องศาเซลเซียส

↓

เติมหัวเชื้อโยเกิร์ต ตามปริมาณดังแสดงในตารางที่ 3.1

↓

บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนมหมักมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.0 – 4.5
โดยสุ่มตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ค่า pH ทุก 2 ชั่วโมง

↓

เก็บที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

↓

นำมาวิเคราะห์คุณภาพตามข้อ 3.2.2.1 – 3.2.2.3

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ต
ที่มา : [13]

นำโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.2.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

1) วิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* ด้วยเครื่อง HunterLab รุ่น CFE20126

2) วิเคราะห์ค่าความหนืด ด้วยเครื่อง Rotational Viscometer รุ่นNDJ-5S / JEDTO

3.2.2.2 คุณภาพทางเคมี

1) วิเคราะห์ค่า pH ด้วยเครื่อง pH Meter

2) วิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง Hand Refractometer ตรา Yieryi รุ่น Master-3M

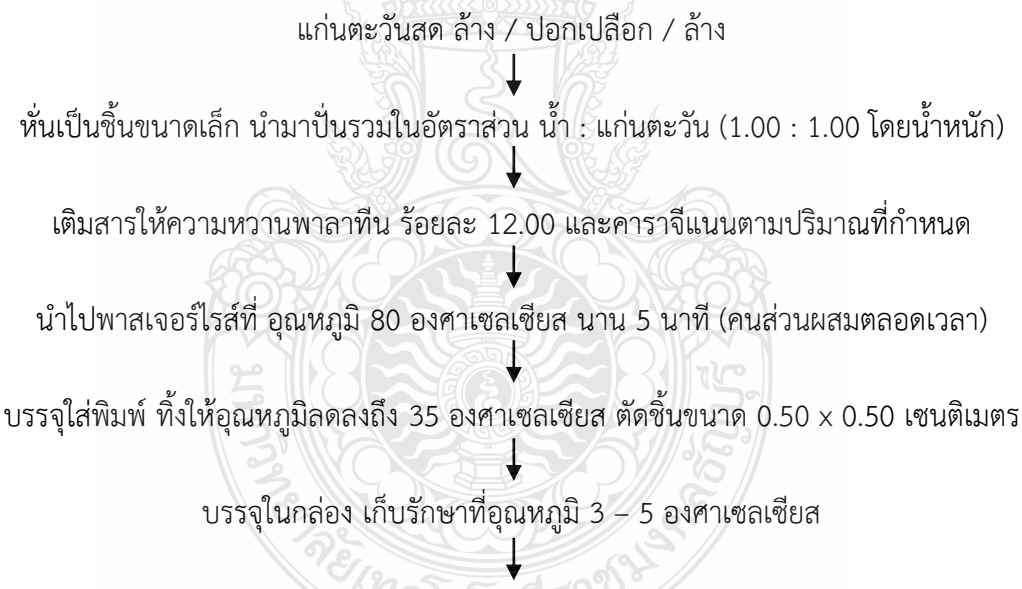
3.2.2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียแลคติก ด้วยวิธี Plate Count [68]

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติกโดยพิจารณาสูตรที่มีเชื้อแบคทีเรียแลคติกมากกว่า 10^6 CFU/g ขึ้นไป

3.2.3 การศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน

ในการศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณคาราจีแนน โดยแปรปริมาณคาราจีแนนเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00, 2.50 และ 3.00 ของปริมาณน้ำผสมแก่นตะวัน (ดัดแปลงสูตรจากงานวิจัยของกุสุมา [69]) ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 3 สูตรวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยมีขั้นตอนการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน
ที่มา : [19 – 20]

นำเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.2.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

1) วิเคราะห์ความแข็ง ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TAXT Plus โดยใช้หัวรัศมี 0.50 เซนติเมตร ระยะกด 10 เซนติเมตร

2) วิเคราะห์ความเหนียว ด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TAXT Plus โดยใช้หัวรัศมี 0.50 เซนติเมตร ระยะกด 10 เซนติเมตร

3) วิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* ด้วยเครื่อง HunterLab รุ่น CFE20126

3.2.3.2 คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง Hand Refractometer ตรา Yieryi รุ่น Master-3M

3.2.3.3 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ เยลลี่แก่นตะวัน 3 สูตร โดยแปรปริมาณคาราจีแนนเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00, 2.50 และ 3.00 ได้ตัวอย่างการทดสอบทั้งหมด 3 ตัวอย่าง วางแผนการทดลองแบบ RCBD กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน อายุ 15 ปี ขึ้นไป ด้วยวิธี Central Location Test โดยใช้แบบสอบถามร่วมกับตัวอย่าง ในพื้นที่ ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่นโดยรวม ความแข็ง ความเหนียวและความชอบโดยรวม โดยมีแบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข

คัดเลือกสูตรเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากผลคะแนนความชอบของผู้ทดสอบด้านความแข็ง ความเหนียวและความชอบโดยรวม

3.2.4 การศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน โดยแปรปริมาณเยลลี่แก่นตะวันเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 35.00, 40.00 และ 45.00 ของปริมาณโยเกิร์ตโพรไบโอติก (ดัดแปลงจากสุดาทิพย์ [70]) ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบ CRD จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพจุลินทรีย์และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

3.2.4.1 คุณภาพทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia Coli* TISTR 117 ด้วยวิธี Agar Well Diffusion (ตามวิธี Jahangirian H. [71])

3.2.4.2 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน 3 สูตร โดยแปรปริมาณเยลลี่แก่นตะวันต่อโยเกิร์ต เป็น 3 ระดับ คือ ปริมาณเยลลี่แก่นตะวันร้อยละ 35.00, 40.00 และ 45.00 ของปริมาณโยเกิร์ต ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบ RCBD กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน อายุ 15 ปี ขึ้นไป ด้วยวิธี Central Location Test โดยใช้แบบสอบถามร่วมกับตัวอย่างในพื้นที่ ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง

จังหวัดปทุมธานี โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นโดยรวม รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัสโดยรวม ปริมาณเยลลี่ต่อโยเกิร์ตและความชอบโดยรวม โดยมีแบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข

คัดเลือกสิ่งทดลองโดยพิจารณาการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* TISTR 117 และผลคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบด้านเนื้อสัมผัสโดยรวม ปริมาณเยลลี่ต่อโยเกิร์ตและความชอบโดยรวม

3.2.5 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โดยนำไปวิเคราะห์ ดังนี้

3.2.5.1 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธี AOAC, 2000

3.2.5.2 วิเคราะห์ปริมาณวิตามินบี 1 ด้วยวิธี ตามวิธีของ Junaid

3.2.5.3 วิเคราะห์ปริมาณวิตามินบี 2 ด้วยวิธี ตามวิธีของ Junaid

3.2.5.4 วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม ด้วยวิธี AOAC, 2016

3.2.5.5 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธี AOAC, 2016

3.2.5.6 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ด้วยวิธี AOAC, 2016

3.2.5.7 วิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย ด้วยวิธี AOAC, 2016

3.2.5.8 วิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็ก ด้วยวิธี AOAC, 2016

3.2.5.9 วิเคราะห์ปริมาณโซเดียม ด้วยวิธี AOAC, 2016

3.2.5.10 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า ด้วยวิธี AOAC, 2016

3.2.6 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตซินไบโอติก

ในการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน วางแผนการทดลองแบบ RCBD กับผู้บริโภคจำนวน 100 คน อายุ 15 ปี ขึ้นไป ด้วยวิธี Central Location Test โดยใช้แบบสอบถามร่วมกับตัวอย่างในพื้นที่ ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นโดยรวม รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัสโดยรวม ความชอบโดยรวมและความสนใจต่อผลิตภัณฑ์ โดยมีแบบสอบถามดังแสดงในภาคผนวก ข

3.3 สถานที่ดำเนินการวิจัย

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2563

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก เพื่อศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวันและเพื่อศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยครั้งนี้ คือ ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่พรีไบโอติกจากแก่นตะวัน เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณสมบัติซินไบโอติกและได้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่สำหรับคนรักสุขภาพ โดยมีผลและวิจารณ์ผลการทดลอง ดังนี้

4.1 การศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ในการศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโดยตั้งคำถามในแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ตและทิศทางความต้องการของผู้บริโภคในพื้นที่ ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 150 คน อายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
เพศ	หญิง	83	55.00
	ชาย	67	45.00
อายุ	15 – 24 ปี	88	59.00
	25 – 34 ปี	58	38.00
	35 – 44 ปี	4	3.00
	45 – 54 ปี	0	0.00
	ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป	0	0.00

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค (ต่อ)

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
ระดับการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
	มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	0	0.00
	อนุปริญญา / ปวส.	6	4.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	2	1.00
	ปริญญาตรี	142	95.00
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	148	98.00
	ธุรกิจส่วนตัว	1	1.00
	ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	0	0.00
	พนักงานบริษัทเอกชน	1	1.00
รายได้ต่อเดือน	ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท	96	64.00
	10,001 – 20,000 บาท	54	36.00
	20,001 – 30,000 บาท	0	0.00
	30,001 – 40,000 บาท	0	0.00
	40,001 – 50,000 บาท	0	0.00
	มากกว่า 50,000 บาท	0	0.00

จากข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 150 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 55.00 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 15 – 24 ปี คิดเป็นร้อยละ 59.00 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 95.00 ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นนักเรียนและนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 98.00 และส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 64.00

4.1.2 พฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต

การศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ตของผู้บริโภค ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 พฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต

พฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต	ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ท่านชอบรับประทานโยเกิร์ตรสชาติใด	รสวุ้นมะพร้าว	119	44.07
	รสธรรมชาติ	100	37.03
	รสสตรอว์เบอร์รี่	44	16.30
	รสผลไม้รวม	7	2.60
	รสธัญญาหาร	0	0.00

ตารางที่ 4.2 พฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต (ต่อ)

พฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต	ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ท่านรับประทานโยเกิร์ตในช่วงเวลาใดบ้าง	06.00 – 09.00 นาฬิกา	12	4.40
	09.01 – 12.00 นาฬิกา	58	21.25
	12.01 – 15.00 นาฬิกา	99	36.26
	15.01 – 18.00 นาฬิกา	54	19.78
	18.01 – 21.00 นาฬิกา	35	12.82
	21.00 นาฬิกา เป็นต้นไป	15	5.49
เหตุผลใดที่ท่านเลือกรับประทานโยเกิร์ต	ให้ร่างกายแข็งแรง	100	30.49
	ลดความอ้วน	86	26.22
	ให้ระบบขับถ่ายทำงานปกติ	94	28.66
	บำรุงผิวพรรณ	32	9.75
	ให้กระดูกแข็งแรง	16	4.88
สถานที่ที่ท่านซื้อโยเกิร์ตบ่อยที่สุด	เซเว่นอีเลฟเว่น	134	89.00
	บิ๊กซี	9	7.00
	โลตัส	3	2.00
	แฟมมิลี่มาร์ค	2	1.00
	ร้านขายของชำ	2	1.00
ปัจจัยทางการตลาดใดบ้างที่ทำให้ท่านตัดสินใจซื้อโยเกิร์ต	ชอบผลิตภัณฑ์	144	40.91
	ราคาเหมาะสม	101	28.69
	ช่องทางการจัดจำหน่าย	44	12.50
	การส่งเสริมการขาย	35	9.95
	การโฆษณา	21	5.96
	การบริการของพนักงาน	7	1.99

จากข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 150 คน ส่วนใหญ่ชอบรับประทานโยเกิร์ตรสวุ้นมะพร้าว คิดเป็นร้อยละ 44.07 สอดคล้องกับงานวิจัยของชานุวัตน์ [72] ได้ศึกษา ปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อโยเกิร์ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรีส่วนใหญ่เลือกรับประทานโยเกิร์ตรสวุ้นมะพร้าวมากกว่ารสชาติอื่นๆเพราะชอบเนื้อสัมผัสและรสชาติของวุ้นมะพร้าว จากการสำรวจช่วงเวลาในการรับประทานโยเกิร์ต ส่วนใหญ่จะรับประทานโยเกิร์ตในเวลา 12.01 – 15.00 นาฬิกา คิดเป็นร้อยละ 36.26 เนื่องจากโยเกิร์ตจัดอยู่ในอาหารพลังต่ำแต่ยังให้ความอิ่มท้อง ดังนั้น การลดปริมาณอาหารในมื้อกลางวัน

แล้วเสริมด้วยการรับประทานโยเกิร์ตหลังอาหารจะสามารถช่วยควบคุมน้ำหนักของร่างกายได้ [73] ซึ่งเหตุผลของการรับประทานโยเกิร์ต คือ เพื่อให้สุขภาพร่างกายแข็งแรง คิดเป็นร้อยละ 30.49 ทั้งนี้เนื่องจาก ในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่รับรู้ว่าการรับประทานโยเกิร์ตสามารถทำให้ร่างกายมีสุขภาพที่ดี อาทิเช่น ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ ช่วยให้กระดูกแข็งแรง ช่วยบำรุงสมองและช่วยให้มีผิวพรรณที่ดี เป็นต้น [74] ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่จะหาซื้อโยเกิร์ตจากร้านสะดวกซื้อเซเว่นอีเลฟเว่น คิดเป็นร้อยละ 89.00 เนื่องจากร้านสะดวกซื้อเซเว่นอีเลฟเว่นในประเทศไทย มีสาขามากถึง 10,000 สาขา ทำให้มีความสะดวกต่อการเข้าใช้บริการ [75] โดยปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อโยเกิร์ตของผู้บริโภคมากที่สุด คือ ชอบตัวผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 40.91 ซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อสินค้าหรือบริการ 7P ในหัวข้อด้านผลิตภัณฑ์ (Product) คือ เมื่อผู้บริโภครับรู้ถึงคุณค่าและคุณภาพของสินค้าหรือได้รับแรงจูงใจจากรูปทรงและสีสันของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเพิ่มความน่าสนใจและทำให้ผู้บริโภคยอมซื้อสินค้าในราคาที่สูงกว่าปกติได้ เมื่อเปรียบเทียบกับสินค้าที่มีลักษณะเดียวกัน [76]

4.1.3 ความต้องการของผู้บริโภค

การศึกษาข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ความต้องการของผู้บริโภค

ความต้องการ	ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ลักษณะใดบ้างที่ท่านต้องการให้มีในโยเกิร์ต	ความเนียน	129	31.46
	มีรสหวานนำเปรี้ยว	87	21.22
	มีรสเปรี้ยวนำหวาน	63	15.37
	มีกลิ่นรสนม	61	14.88
	มีความข้นหนืด	49	11.95
	มีกลิ่นหมัก	18	4.39
	มีความมันวาว	3	0.73
คุณประโยชน์ใดบ้างท่านต้องการให้เพิ่มลงในโยเกิร์ต	ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล	116	23.20
	ช่วยยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในลำไส้	97	19.40
	ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด	95	19.00
	ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแบคทีเรียเป็นประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร	84	16.80
	ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ	55	11.00
	ให้พลังงานต่ำ	29	5.80
	อิ่มท้อง	24	4.80

ตารางที่ 4.3 ความต้องการของผู้บริโภค (ต่อ)

ความต้องการ	ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ท่านคิดว่าวัตถุดิบใดเหมาะสำหรับเสริมในโยเกิร์ตเพื่อให้มีคุณสมบัติพรีไบโอติก	กล้วย	137	60.90
	แก่นตะวัน	50	22.22
	หัวบีทรูท	20	8.89
	ถั่วเหลือง	10	4.44
	เมล็ดเจีย	7	3.11
	ถั่วขาว	1	0.44
ท่านคิดว่าลักษณะวัตถุดิบที่ใส่ในโยเกิร์ตควรมีรูปแบบใด	แบบชิ้น	133	89.00
	แบบข้นคล้ายลักษณะซอส	10	7.00
	แบบปั่นละเอียด	7	4.00

จากข้อมูลความต้องการของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 150 คน ส่วนใหญ่ต้องการให้ลักษณะของโยเกิร์ตมีความเนียน คิดเป็นร้อยละ 31.46 สอดคล้องกับคุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต คือ โยเกิร์ตที่ดีจะมีความข้นหนืด ได้กลิ่นนมหมักและมีเนื้อสัมผัสเนียนละเอียด [73] รองลงมาต้องการให้โยเกิร์ตมีรสหวานนำเปรี้ยว คิดเป็นร้อยละ 21.22 ทั้งนี้เพราะความหวานจะช่วยให้โยเกิร์ตมีรสชาติที่ดีขึ้น [73] ในด้านคุณประโยชน์จากการรับประทานโยเกิร์ตที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการ คือ ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล คิดเป็นร้อยละ 23.20 ลำดับต่อมา คือ สามารถช่วยยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ คิดเป็นร้อยละ 19.40 ซึ่งทั้งสองคุณประโยชน์นี้สามารถบริโภคได้จากอาหารที่มีสารอินนูลิน โดยอินนูลินจะทำหน้าที่เป็นอาหารให้กับจุลินทรีย์และเพิ่มอัตราการเหลือรอดให้แบคทีเรียที่เป็นประโยชน์สามารถแข่งขันกับแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ อีกทั้งการบริโภคอินนูลินยังมีส่วนช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดและสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ [8] สำหรับวัตถุดิบที่ผู้บริโภคต้องการให้เสริมลงในโยเกิร์ตเพื่อให้เกิดสมบัติพรีไบโอติก คือ กล้วย เป็นลำดับดับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 60.90 ทั้งนี้เนื่องจากกล้วยมี รสหวานและกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ อีกทั้งยังเป็นผลไม้พื้นถิ่นที่คนไทยคุ้นเคยและรับประทานกันมาตั้งแต่เด็กหลายยุคหลายสมัย [77] ลำดับที่ 2 คือแก่นตะวัน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ในส่วนของรูปแบบวัตถุดิบที่ใส่ลงไปในโยเกิร์ตผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ต้องการให้วัตถุดิบนั้นมีลักษณะเป็นชิ้น คิดเป็นร้อยละ 89.00

ดังนั้นแนวความคิดที่เหมาะสม คือ โยเกิร์ตควรมีลักษณะเนียน มีรสหวานนำเปรี้ยว เมื่อรับประทานสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ โดยลักษณะของวัตถุดิบควรมีลักษณะเป็นรูปแบบชิ้น ส่วนวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาร่วมกับโยเกิร์ต คือ แก่นตะวัน เนื่องจากหัวแก่นตะวันสามารถพบอินนูลินที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกมากกว่ากล้วย โดยพบอินนูลินร้อยละ 14.00 – 19.00 ของปริมาณน้ำหนัก 100 กรัม [29] ทำให้สามารถเพิ่มโอกาสการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ อีกทั้งการใช้แก่นตะวันยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นลักษณะชิ้น สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคที่ได้สำรวจมาข้างต้น

4.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก

ในการศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ต โดยแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 6.00, 8.00 และ 10.00 แปรปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00 และ 4.00 ของปริมาณนมสดพาสเจอร์ไรส์ ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ โดยวิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* และค่าความหนืด ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร

สูตร	หัวเชื้อโยเกิร์ต (ร้อยละ)	น้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)	L*	a*	b*	ความหนืด (cP)
1	2.00	6.00	89.15^{a}±0.37	-2.25^{ab}±0.02	8.17^{b}±0.02	2922^{a}±70.95
2	4.00	6.00	88.55^{b}±0.08	-2.26^{b}±0.01	7.30^{d}±0.09	2859^{ab}±130.00
3	2.00	8.00	89.12^{a}±0.22	-2.34^{c}±0.02	8.26^{a}±0.02	2899^{ab}±80.00
4	4.00	8.00	88.39^{b}±0.58	-2.34^{c}±0.01	8.31^{a}±0.02	2746^{ab}±120.55
5	2.00	10.00	88.64^{ab}±0.06	-2.35^{c}±0.02	7.63^{c}±0.03	2772^{ab}±135.77
6	4.00	10.00	86.43^{c}±0.07	-2.22^{a}±0.02	5.27^{e}±0.02	2689^{b}±127.67

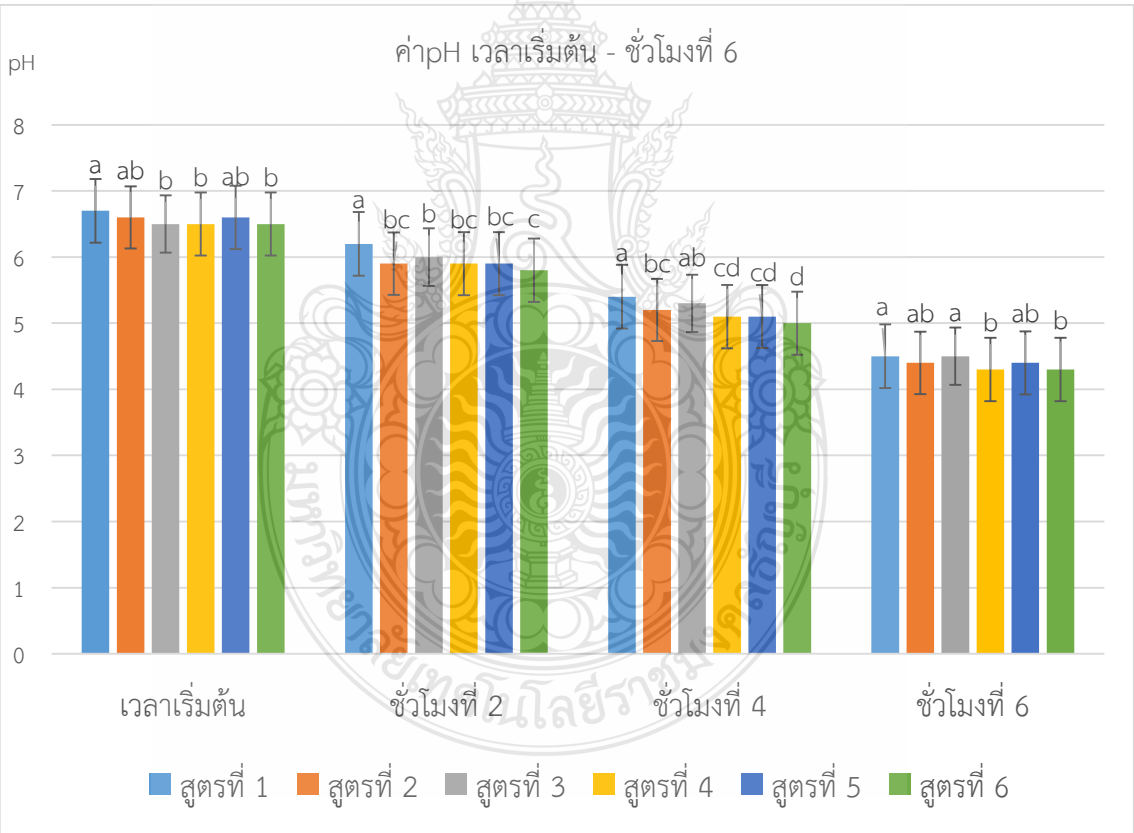
หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสีและความหนืดของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร พบว่า ค่า L* มีค่าอยู่ระหว่าง 86.43 – 89.15 โดยความสว่างของโยเกิร์ตส่วนใหญ่เกิดจากโปรตีนเคซีนในนมที่มีลักษะเป็นสีขาว [78] ส่วน ค่า a* มีค่าอยู่ระหว่าง -2.35 – -2.22 เป็นค่าติดลบทำให้มีโทนสีออกไปทางเฉดสีเขียว โดยโทนสีที่เกิดขึ้นนี้มาจากไรโบฟลาวินหรือวิตามินบี 2 ในน้ำนม [79] และ ค่า b* มีค่าอยู่ระหว่าง 5.27 – 8.31 ได้ค่าเป็นบวกทำให้มีโทนสีออกไปทางเฉดสีเหลือง โดยเฉดสีเหลืองที่พบมีผลมาจากวิตามินเอที่อยู่ในรูปของเบต้าแคโรทีนในนมเช่นเดียวกัน และจากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าค่าสี L*, a* และ b* ของโยเกิร์ตทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากในกระบวนการหมักโยเกิร์ต แบคทีเรียจะใช้น้ำตาลแลคโตสเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกและสารชนิดอื่นๆ เช่น Hydrogen Peroxide และ Diacetyl เป็นต้น สารเหล่านี้จะมีผลต่อสี รสและกลิ่นที่เป็นแบบเฉพาะของโยเกิร์ต [80] ดังนั้น เมื่อปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีแบคทีเรียแลคติกมีจำนวนมากขึ้นเช่นกัน โดยปริมาณโยเกิร์ต 1 กรัม จากตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้สามารถตรวจพบแบคทีเรียแลคติกถึง 10^{7} CFU/g จึงทำให้ค่าสี L*, a* และ b* มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าความหนืดของโยเกิร์ตมีค่าอยู่ระหว่าง 2689 – 2922 cP มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณซูโครส ทั้งนี้เนื่องจากการสลายตัวของน้ำตาลซูโครสเมื่อ

ถูกความร้อนจากอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มและกรดอินทรีย์ที่แบคทีเรียในโยเกิร์ตผลิตออกมาในระหว่างการหมัก ได้แก่ กรดแลคติก กรดแอซีติกและกรดโพรพิโอนิก ทำให้โมเลกุลของน้ำตาลซูโครสแตกตัวออกมาเป็นกลูโคสและฟรุกโตส [80] ดังนั้นเมื่อโมเลกุลของซูโครสแตกตัวออกมาจึงทำให้แบคทีเรียแลคติกสามารถใช้กลูโคสร่วมกับแลคโตสในการเจริญเติบโต [81] และผลิตกรดได้มากขึ้นจึงทำให้โครงสร้างร่างแหของตะกอนโปรตีนสูญเสียความแข็งแรงเพราะกรดที่สูงขึ้นและส่งผลให้ความข้นหนืดของโยเกิร์ตลดลง [82] และด้วยเหตุนี้ทำให้โยเกิร์ตบางสูตรต้องเพิ่มสารจำพวก Stabilizer หรือสารให้ความคงตัวเพื่อรักษาโครงสร้างของโยเกิร์ตให้แข็งแรง สามารถลดการแยกชั้นและทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะที่เนียนยิ่งขึ้น [83]

4.2.2 คุณภาพทางเคมี

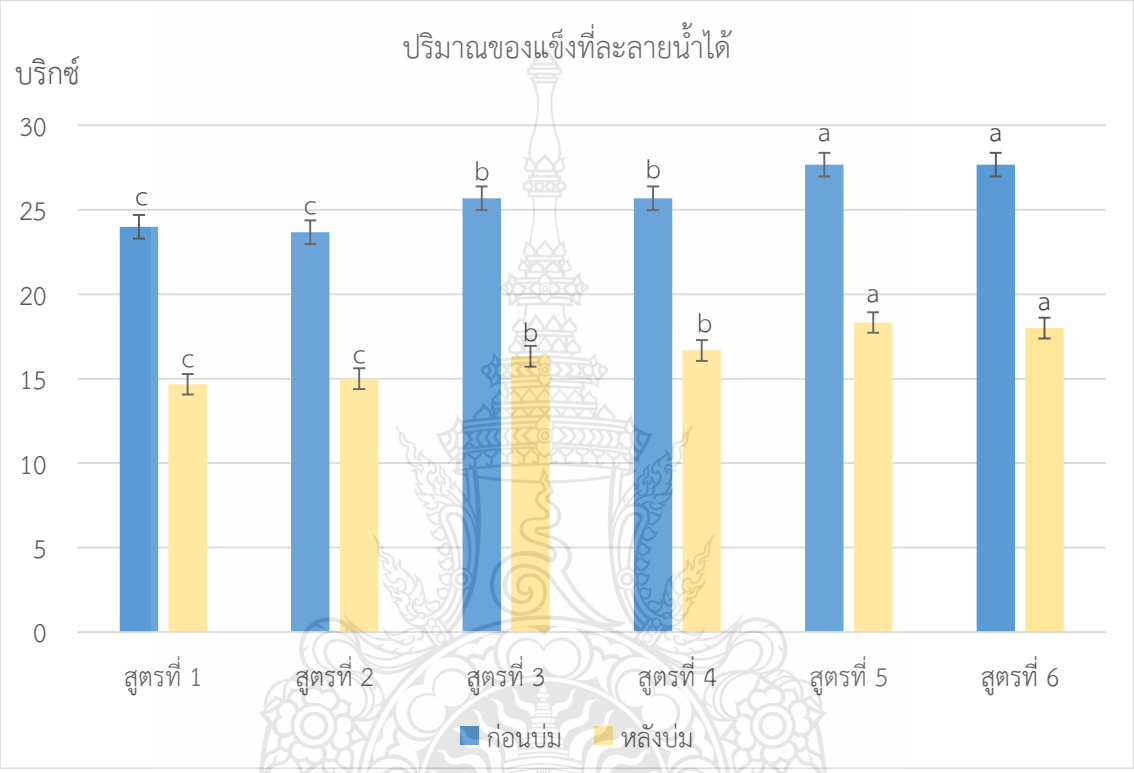
การศึกษาคุณภาพทางเคมี โดยวิเคราะห์ค่า pH ทุกๆ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งค่า pH อยู่ระหว่าง 4.0 – 4.5 ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ก่อนและหลังการบ่ม ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ดังนี้



รูปที่ 4.1 ค่า pH ในเวลาเริ่มต้น – ชั่วโมงที่ 6 ของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร

จากรูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ทุกๆ 2 ชั่วโมง พบว่า แนวโน้มของค่า pH ของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร มีแนวโน้มลดลงจนกระทั่งในชั่วโมงที่ 6 ทุกสูตรมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.3 – 4.5

สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ได้มาตรฐานจะต้องมีค่า pH อยู่ระหว่า 4.0 – 4.5 [34] โดยค่า pH ที่ลดลงในแต่ละชั่วโมง เป็นผลมาจากในระหว่างกระบวนการหมักโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส โดยแบคทีเรียแลคติกจะใช้น้ำตาลแลคโตสในนมผลิตกรดแลคติกและกรดอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้แก่ กรดแอซีติกและกรดโพรพิโอนิกออกมา จึงทำให้ในแต่ละชั่วโมงค่า pH ของโยเกิร์ตมีทิศทางที่ลดลงตามลำดับ [84]



รูปที่ 4.2 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ก่อนบ่มและหลังบ่มโยเกิร์ต

จากรูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า หลังจากการบ่มชั่วโมงที่ 6 ค่าบริกซ์ในโยเกิร์ตมีแนวโน้มลดลงตามระดับการแปรน้ำตาลซูโครส โดยค่าบริกซ์ที่ลดลงนั้นมีผลมาจากการสลายตัวของน้ำตาลซูโครสเมื่อถูกความร้อนจากขั้นตอนการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้โมเลกุลของน้ำตาลซูโครสแตกตัวออกมาเป็นกลูโคสและฟรุกโตส [80] ดังนั้นเมื่อโมเลกุลของซูโครสแตกตัวออกมาจึงทำให้แบคทีเรียแลคติกสามารถใช้กลูโคสร่วมกับแลคโตสในการเจริญเติบโตและผลิตกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดแลคติก กรดแอซีติกและกรดโพรพิโอนิก [81] ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่าบริกซ์ของโยเกิร์ตหลังการบ่มในชั่วโมงที่ 6 ลดลง

4.2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแลคติกในชั่วโมงที่ 6 ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณแบคทีเรียแลคติกของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร

สูตร	หัวเชื้อโยเกิร์ต (ร้อยละ)	น้ำตาลซูโครส (ร้อยละ)	ปริมาณแบคทีเรียแลคติก (CFU/g)
1	2.00	6.00	9.8×10^{7a}
2	4.00	6.00	5.1×10^{7c}
3	2.00	8.00	1.6×10^{7f}
4	4.00	8.00	5.7×10^{7b}
5	2.00	10.00	4.6×10^{7d}
6	4.00	10.00	4.1×10^{7e}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียแลคติกของโยเกิร์ตทั้ง 6 สูตร ในชั่วโมงที่ 6 มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก โดยพบปริมาณแบคทีเรียแลคติกมากกว่า 10^6 CFU/g สอดคล้องกับข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุขเกี่ยวกับอาหารโพรไบติก จะต้องตรวจพบปริมาณแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายไม่น้อยกว่า 10^6 CFU/g [2]

ดังนั้นจึงเลือก สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่เหมาะสม เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลซูโครสและหัวเชื้อโยเกิร์ตน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 6.00 และ 2.00 ตามลำดับโดยพบปริมาณแบคทีเรียแลคติก 9.8×10^7 CFU/g สอดคล้องกับการใช้น้ำตาลซูโครสและหัวเชื้อที่เหมาะสม คือ น้ำตาลซูโครสอยู่ในช่วงร้อยละ 5.00 – 10.00 และหัวเชื้ออยู่ในช่วงร้อยละ 2.00 – 5.00 จะสามารถทำให้แบคทีเรียแลคติกเจริญเติบโตได้ดีและได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะตรงตามมาตรฐาน คือ มีสีขาว ได้กลิ่นหอมนมหมัก มีลักษณะข้นหนืดและเนื้อสัมผัสเนียน [78]

4.3 การศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน

ในการศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณคาราจีแนนโดยแปรปริมาณคาราจีแนนเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00, 2.50 และ 3.00 ของปริมาณน้ำผสมแก่นตะวัน ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบ CRD จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของเยลลี่แก่นตะวัน โดยวิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ค่าความแข็งและความเหนียว ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ค่าสีของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร

คาราจีแนน	L*	a*	b*
ร้อยละ 2.00	69.17^{a}±0.06	0.01^{b}±0.01	11.22^{c}±0.01
ร้อยละ 2.50	64.87^{b}±0.04	0.68^{a}±0.01	12.91^{b}±0.03
ร้อยละ 3.00	63.28^{c}±0.06	0.65^{a}±0.03	13.78^{a}±0.05

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร พบว่า ค่า L* มีค่าอยู่ระหว่าง 63.28 – 69.17 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณคาราจีแนน ทั้งนี้เนื่องจากคาราจีแนนมีลักษณะเป็นผงสีเหลือง [56] ดังนั้นเมื่อใส่คาราจีแนนมากขึ้นจึงทำให้ความสว่างของเยลลี่ลดลง อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลของค่า b* มีค่าอยู่ระหว่าง 11.22 – 13.78 ได้ค่าเป็นบวกทำให้มีเฉดสีไปทางสีเหลือง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) และมีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับเมื่อมีการเพิ่มปริมาณคาราจีแนน โดยเฉดสีเหลืองที่เกิดขึ้นมีผลมาจากสีของคาราจีแนนที่มีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อน [56] ส่วนค่า a* มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 – 0.68 ได้ค่าเป็นบวก ทำให้มีสีออกไปทางเฉดสีแดง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเฉดสีแดงที่พบนั้นเกิดขึ้นจากคาราจีแนนที่เติมลงไป เนื่องจากในกระบวนการผลิตคาราจีแนนจะใช้สาหร่ายสีแดงเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต จึงทำให้ยังคงหลงเหลือสารสีแดงหรือแอนโทรไซยานินในคาราจีแนนอยู่เล็กน้อย [56]

ตารางที่ 4.7 ค่าความแข็งและความเหนียวของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร

คาราจีแนน	Hardness (N)	Gumminess^{ns} (N)
ร้อยละ 2.00	5.31^{c}±0.19	0.32±0.64
ร้อยละ 2.50	7.15^{b}±0.38	0.38±0.25
ร้อยละ 3.00	10.11^{a}±0.60	0.46±0.12

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่ง คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งและความเหนียวของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยความแข็งของเยลลี่มีทิศทางสูงขึ้นตามลำดับการเพิ่มปริมาณคาราจีแนน สอดคล้องกับงานวิจัยของกุสุมา 2559 [69] ได้ศึกษา การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ธัญพืชเพื่อสุขภาพ พบว่า เมื่อเพิ่มระดับคาราจีแนนลงในเยลลี่ธัญพืชจะส่งผลให้เยลลี่มีความแข็งเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เพราะขณะที่คาราจีแนนละลายในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะเกิดโครงสร้างการเกาะตัวอย่างอิสระและเมื่อเย็นลงจะเกิดเป็น Polymer Network 3 มิติ ทำให้เกิดการแข็งตัวของเจลที่สูงขึ้น [85] แต่ทั้งนี้ก็ไม่ควรเพิ่มคาราจีแนนในปริมาณที่สูงจนเกินไป เพราะการใส่คาราจีแนนที่สูงกว่าร้อยละ 3.50 อาจทำให้เยลลี่เกิดการแตกเปราะได้ง่าย [85] และ [86] ส่วนค่าความเหนียว (Gumminess) ของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร กลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยลักษณะของเยลลี่แก่นตะวันทุกสูตรจะมีความเหนียวเพียงเล็กน้อยซึ่งมีสาเหตุมาจากลักษณะเฉพาะของแก่นตะวันที่เป็นกากใยอาหารไม่ละลายในน้ำ เข้าไปขวางทางการเกิดโครงสร้างเกลียว (Helix) ขณะก่อตัวรวมเป็นเจลทำให้เยลลี่ที่ได้มีความเหนียวค่อนข้างน้อย [28], [56] และ [69]

4.3.2 คุณภาพทางเคมี

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของเยลลี่แก่นตะวัน โดยวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร

คาราจีแนน	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ^{ns} (°Brix)
ร้อยละ 2.00	19.67±0.58
ร้อยละ 2.50	19.33±0.58
ร้อยละ 3.00	19.33±0.58

หมายเหตุ : ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเยลลี่แก่นตะวันทั้ง 3 สูตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากการแปรระดับสารทดแทนความหวานของเยลลี่แก่นตะวันมีปริมาณเท่ากันทั้ง 3 สูตร ผลของค่าบริกซ์จึงไม่แตกต่างกัน

4.3.3 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ในการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อเยลลี่แก่นตะวัน ด้วยวิธี Central Location Test โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.3.3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบความชอบเยลลี่แก่นตะวัน

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
เพศ	หญิง	33	66.00
	ชาย	17	34.00
อายุ	15 – 24 ปี	36	72.00
	25 – 34 ปี	14	28.00
	35 – 44 ปี	0	0.00
	45 – 54 ปี	0	0.00
	ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป	0	0.00
ระดับการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
	มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	0	0.00
	อนุปริญญา / ปวส.	2	4.00
	ปริญญาตรี	37	74.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	11	22.00
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	47	94.00
	ธุรกิจส่วนตัว	1	2.00
	ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	1	2.00
	พนักงานบริษัทเอกชน	1	2.00

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบความชอบเยลลี่แก่นตะวัน (ต่อ)

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือน	ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท	41	82.00
	15,001 – 25,000 บาท	7	14.00
	25,001 – 35,000 บาท	2	4.00
	35,001 – 45,000 บาท	0	0.00
	45,001 – 55,000 บาท	0	0.00
	มากกว่า 55,000 บาท	0	0.00

จากข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 50 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 66.00 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 15 - 24 ปี คิดเป็นร้อยละ 72.00 มีระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 74.00 ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นนักเรียนและนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 94.00 และส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 82.00

4.3.3.2 ความชอบของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน

การศึกษาความชอบของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน ด้วยวิธี Central Location Test โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ดังนี้

ตารางที่ 4.10 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน

คุณลักษณะ	คาราจีแนน (ร้อยละ 2.00)	คาราจีแนน (ร้อยละ 2.50)	คาราจีแนน (ร้อยละ 3.00)
สี^{ns}	6.26±1.53	6.62±1.28	6.62±1.59
กลิ่นโดยรวม^{ns}	6.20±1.49	6.46±1.52	6.52±1.78
ความแข็ง	5.86^{b}±1.37	6.40^{ab}±1.51	6.74^{a}±1.37
ความเหนียว	5.50^{b}±1.49	6.04^{ab}±1.48	6.28^{a}±1.84
ความชอบโดยรวม	6.22^{b}±1.18	6.50^{b}±1.44	7.10^{a}±1.36

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

จากการศึกษาความชอบของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน พบว่า คุณลักษณะด้านสีและกลิ่นโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากปริมาณแก่นตะวันและสารทดแทนความหวานที่ใช้ผลิตเยลลี่มีปริมาณเท่ากัน ผลคะแนนจากผู้ทดสอบจึงไม่แตกต่างกัน ส่วนความชอบด้านความแข็ง ความเหนียวและความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

โดยคะแนนด้านความแข็ง ความเหนียวและความชอบโดยรวมมีทิศทางที่สูงขึ้นตามลำดับการแปรปริมาณคาราจีแนน จึงทำให้เยลลี่แก่นตะวันที่เติมคาราจีแนนร้อยละ 3.00 มีผลคะแนนความชอบมากที่สุด สอดคล้องกับคุณลักษณะที่ดีของเยลลี่จะต้องมีเนื้อสัมผัสที่แข็งและเหนียวอย่างพอเหมาะเพื่อให้ผู้บริโภคได้เพลิดเพลินต่อการรับประทาน [87]

ดังนั้นจึงเลือกสูตรเยลลี่แก่นตะวันที่เติมคาราจีแนนร้อยละ 3.00 เป็นสูตรที่เหมาะสม เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบด้านความแข็ง ความเหนียวและความชอบโดยรวมสูงสุด

4.3.3.3 ความต้องการของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน

การศึกษาความต้องการของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ด้วยวิธี Central Location Test ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 ดังนี้

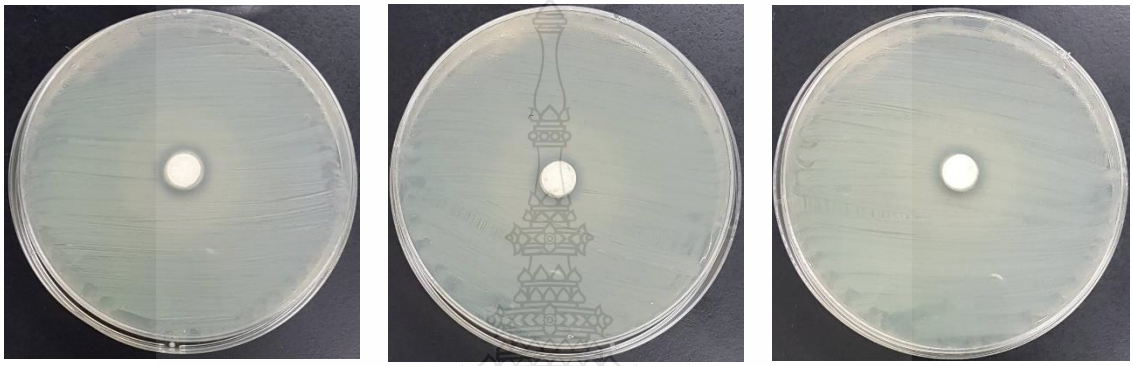
ตารางที่ 4.11 ข้อมูลความต้องการของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน

ความต้องการ	ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ความหวานของเยลลี่แก่นตะวันพอดีหรือไม่	น้อยเกินไป	1	2.00
	พอดี	46	92.00
	มากเกินไป	3	6.00
ขนาดของเยลลี่แก่นตะวัน 0.50 x 0.50 เซนติเมตร เหมาะสมหรือไม่	เล็กเกินไป	3	6.00
	เหมาะสม	42	84.00
	ใหญ่เกินไป	5	10.00
หากรับประทานเยลลี่แก่นตะวันร่วมกับโยเกิร์ตสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคบางชนิดบริเวณลำไส้ใหญ่ของร่างกายได้ ผลิตภัณฑ์นี้ถือว่าน่าสนใจหรือไม่	น่าสนใจ	48	96.00
	ไม่แน่ใจ	2	4.00

จากการศึกษาความต้องการของผู้ทดสอบต่อเยลลี่แก่นตะวัน พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนด้านความหวานของเยลลี่แก่นตะวันอยู่ในระดับหวานพอดี คิดเป็นร้อยละ 92.00 ส่วนใหญ่ต้องการให้เยลลี่มีขนาด 0.50 x 0.50 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 84.00 และส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่รับประทานแล้วสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ใหญ่ได้ คิดเป็นร้อยละ 96.00

4.4 การศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน โดยแปรปริมาณเยลลี่แก่นตะวันเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 35.00, 40.00 และ 45.00 ของปริมาณโยเกิร์ตโพรไบโอติก (ดัดแปลงจากสุดาทิพย์ [56]) ได้สูตรทั้งหมด 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบ CRD จากนั้นนำไปทดสอบการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* TISTR 117 ด้วยวิธี Agar Well Diffusion Method [112] ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงรูปที่ 4.3 ดังนี้



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.3 วง Clear Zone ของโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน (ก) ร้อยละ 35.00, (ข) ร้อยละ 40.00 และ (ค) ร้อยละ 45.00

จากผลการวิเคราะห์สมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์ พบว่า ทุกสูตรมีสมบัติซินไบโอติก เนื่องจากทั้ง 3 สูตร มีส่วนประกอบของคุณสมบัติโพรไบโอติกและพรีไบโอติกอยู่และสามารถตรวจพบวง Clear Zone คือ มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรค *Escherichia coli* TISTR 117 ทั้งนี้เพราะ เมื่อโพรไบโอติกรวมตัวกับพรีไบโอติกในปริมาณ 8 – 20 กรัม จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแบคทีเรียแลคติกในการออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ได้มากขึ้น [70]

4.4.1 ศึกษาปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต

ในการศึกษาปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน โดยแปรเยลลี่แก่นตะวันเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 35.00, 40.00 และ 45.00 ของปริมาณโยเกิร์ตโพรไบโอติก ได้สูตรทั้งหมด 3 สูตร วางแผนการทดลองแบบ CRD จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.4.1.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ

การศึกษาข้อมูลทั่วไปจากผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.12 ดังนี้

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
เพศ	หญิง	35	70.00
	ชาย	15	30.00
อายุ	15 – 24 ปี	45	94.00
	25 – 34 ปี	4	4.00
	35 – 44 ปี	0	0.00
	45 – 54 ปี	1	2.00
	ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป	0	0.00
ระดับการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
	มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	0	0.00
	อนุปริญญา / ปวส.	0	0.00
	ปริญญาตรี	48	96.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	2	4.00
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	47	94.00
	ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	2	4.00
	พนักงานบริษัทเอกชน	1	2.00
	ธุรกิจส่วนตัว	0	0.00

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต (ต่อ)

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือน	ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท	45	90.00
	15,001 – 25,000 บาท	4	8.00
	25,001 – 35,000 บาท	0	0.00
	35,001 – 45,000 บาท	0	0.00
	45,001 – 55,000 บาท	1	2.00
	มากกว่า 55,000 บาท	0	0.00

จากข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 70.00 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 15 – 24 ปี คิดเป็นร้อยละ 94.00 มีระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 96.00 ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นนักเรียนและนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 94.00 และส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 90.00

4.4.1.2 ความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต

การศึกษาความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต ด้วยวิธี Central Location Test โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.13 ดังนี้

ตารางที่ 4.13 คะแนนความชอบต่อปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต

คุณลักษณะ	เยลลี่แก่นตะวัน (ร้อยละ 35)	เยลลี่แก่นตะวัน (ร้อยละ 40)	เยลลี่แก่นตะวัน (ร้อยละ 45)
กลิ่นโดยรวม^{ns}	6.50±1.42	6.68±1.45	6.26±1.43
รสชาติโดยรวม^{ns}	6.92±1.16	6.92±1.14	6.46±1.57
เนื้อสัมผัสโดยรวม	6.42^{ab}±1.37	6.70^{a}±1.07	6.08^{b}±1.47
ปริมาณเยลลี่แก่นตะวันต่อโยเกิร์ต	6.60^{a}±1.23	6.86^{a}±1.21	6.02^{b}±1.56
ความชอบโดยรวม	6.98^{a}±1.06	7.02^{a}±0.98	6.28^{b}±1.62

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

จากคะแนนความชอบต่อปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต พบว่า กลิ่นโดยรวมและรสชาติโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสโดยรวม ปริมาณเยลลี่แก่นตะวันต่อโยเกิร์ตและความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้

คะแนนความชอบโยเกิร์ตโพรไบโอติกที่ใส่ปริมาณเยลลี่แก่นตะวันร้อยละ 35.00 และ 40.00 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ดังนั้นจึงได้เลือกปริมาณเยลลี่แก่นตะวันร้อยละ 35.00 ของปริมาณโยเกิร์ตโพรไบโอติก เป็นปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในทุกลักษณะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับปริมาณเยลลี่แก่นตะวันร้อยละ 40.00 และสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรค *Escherichia coli* TISTR 117 ได้เช่นกัน อีกทั้งในปริมาณดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับปริมาณบรรจุชิ้นผลไม้ เช่น รสวุ้นมะพร้าว รสสตรอว์เบอรรี่ รสธัญพืช เป็นต้น ในโยเกิร์ตตามท้องตลาด [88] และ [89]

4.4.2 คุณค่าทางโภชนาการ

ในการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตซินไบโอติก โดยมีปริมาณเยลลี่แก่นตะวันร้อยละ 35.00 ของปริมาณโยเกิร์ตโพรไบโอติก ดัดแปลงปริมาณบรรจุตามโยเกิร์ตที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ได้ฉลากโภชนาการ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ดังนี้

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 กระปุก (135 กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ ซอง : 1

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค
พลังงานทั้งหมด 140 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 30 กิโลแคลอรี)

	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
ไขมันทั้งหมด 3.5 ก.	5%
ไขมันอิ่มตัว 2.5 ก.	12%
โคเลสเตอรอล 10 มก.	3%
โปรตีน 4 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 22 ก.	7%
ใยอาหาร น้อยกว่า 1 ก.	4%
น้ำตาล 17 ก.	
โซเดียม 65 มก.	3%

ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *

วิตามินเอ	4%	**วิตามินบี 1**	4%
วิตามินบี 2	8%	**แคลเซียม**	15%
เหล็ก	8%		

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

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

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

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

รูปที่ 4.4 ฉลากโภชนาการของโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตทั่วไปกับโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน

คุณค่าทางโภชนาการ	หน่วย	โยเกิร์ตทั่วไป	โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน
พลังงานทั้งหมด	กิโลแคลอรี่	111.00	98.45
พลังงานจากไขมัน	กิโลแคลอรี่	26.10	23.85
ไขมันอิ่มตัว	กรัม	2.17	1.70
ไขมันทั้งหมด	กรัม	2.90	2.65
คอเลสเตอรอล	มิลลิกรัม	10.00	8.07
โปรตีน	กรัม	2.90	2.27
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	16.91	15.93
ใยอาหาร	กรัม	0.50	0.71
น้ำตาล	กรัม	15.46	12.34
โซเดียม	กรัม	36.00	46.52
วิตามิน A	ไมโครกรัม	0.00	27.90
วิตามิน B1	มิลลิกรัม	-	0.05
วิตามิน B2	มิลลิกรัม	-	0.09
แคลเซียม	มิลลิกรัม	121.00	93.58
เหล็ก	มิลลิกรัม	0.00	0.87
เถ้า	กรัม	-	1.16
ความชื้น	กรัม	-	77.54

หมายเหตุ : [16]

จากตารางที่ 4.14 พบว่า โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวันปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 98.45 กิโลแคลอรี่ ไขมันทั้งหมด 2.65 กรัม คอเลสเตอรอล 8.07 มิลลิกรัม คาร์โบไฮเดรต 15.93 กรัม โปรตีน 2.27 กรัม ใยอาหาร 0.71 กรัม น้ำตาล 12.34 กรัม โซเดียม 46.52 กรัม วิตามิน A 27.90 ไมโครกรัม วิตามิน B1 0.050 มิลลิกรัม วิตามิน B2 0.094 มิลลิกรัม แคลเซียม 93.58 มิลลิกรัม เหล็ก 0.87 มิลลิกรัม และ เถ้า 1.16 กรัม โดยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน แคลเซียม วิตามิน A, B1 และ B2 ที่พบมาจากการใช้นมโคสดและเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก [78] ส่วนใยอาหารที่พบนั้นเกิดจากเยื่อใยของหัวแก่นตะวันที่เสริมลงในเยลลี่พรีไบโอติก [29] และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตทั่วไป [16] ทำให้พบว่า การรับประทานโยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวันในปริมาณ 100 กรัม ที่เท่ากัน สามารถให้ประโยชน์ได้มากกว่าการรับประทานโยเกิร์ตทั่วไป ได้แก่ ได้รับวิตามิน A และใยอาหารที่สูงกว่า อีกทั้งยังให้พลังงาน คอเลสเตอรอล ไขมันอิ่มตัวและน้ำตาลที่น้อยกว่าและยังสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้ ที่เป็นต้นเหตุของอาการท้องเสียและการอักเสบในบริเวณลำไส้ [45]

4.4.3 การยอมรับผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตซินไบโอติก ด้วยวิธี Central Location Test ในพื้นที่เขตรังสิต จังหวัดปทุมธานี โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale กับผู้บริโภค จำนวน 100 คน ช่วงอายุ 15 ปี ขึ้นไป ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.4.3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.15 ดังนี้

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

	ลักษณะประชากรศาสตร์	ความถี่	ร้อยละ
เพศ	หญิง	61	61.00
	ชาย	39	39.00
อายุ	15 – 24 ปี	37	37.00
	25 – 34 ปี	25	25.00
	35 – 44 ปี	29	29.00
	45 – 54 ปี	9	9.00
	ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป	0	0.00
ระดับการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	0	0.00
	มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	22	22.00
	อนุปริญญา / ปวส.	0	0.00
	ปริญญาตรี	78	78.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	0	0.00
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	40	40.00
	พนักงานบริษัทเอกชน	31	31.00
	ธุรกิจส่วนตัว	22	22.00
	ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	7	7.00
รายได้ต่อเดือน	ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 15,000 บาท	41	41.00
	15,001 – 25,000 บาท	48	48.00
	25,001 – 35,000 บาท	11	11.00
	35,001 – 45,000 บาท	0	0.00
	45,001 – 55,000 บาท	0	0.00
	มากกว่า 55,000 บาท	0	0.00

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 61.00 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 15 – 24 ปี คิดเป็นร้อยละ 37.00 มีการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 78.00 โดยส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นนักเรียนและนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 40.00 และส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 15,001 – 25,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 48.00

4.3.3.2 การยอมรับผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี Central Location Test ในพื้นที่ตำบลคลองสาม อำเภอคลองสาม จังหวัดปทุมธานี โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale กับผู้บริโภคจำนวน 100 คน ช่วงอายุ 15 ปี ขึ้นไป ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.16 ดังนี้

ตารางที่ 4.16 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
กลิ่นโดยรวม	7.34±0.57
รสชาติโดยรวม	7.36±0.54
เนื้อสัมผัสโดยรวม	7.11±0.68
ความชอบโดยรวม	7.34±0.57

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 100 คน ชอบผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวันอยู่ที่ระดับ ชอบปานกลาง

4.3.3.3 ความสนใจต่อผลิตภัณฑ์

ข้อมูลความสนใจต่อผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า หลังจากผู้บริโภคได้รับข้อมูลเกี่ยวกับคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ความว่า เยลลี่แก่นตะวันและสารให้ความหวานที่ใช้จัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีคุณสมบัติพรีไบโอติก คือ เป็นกลุ่มอาหารที่รับประทานเข้าไปแล้วจะเกิดความอิ่มท้องนานเพราะร่างกายไม่สามารถย่อยได้ แต่จะถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ทำให้เหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อีกทั้งยังสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ลดน้ำตาลในเลือดและเมื่อนำไปรวมกับโยเกิร์ตโพรไบโอติกจะทำให้เกิดสมบัติใหม่ คือ คุณสมบัติซินไบโอติก สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในร่างกายบางชนิดได้ ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ถึงร้อยละ 100 ซึ่งจากเดิมที่ผู้บริโภคยังไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับคุณประโยชน์มีผู้สนใจซื้อเพียงร้อยละ 80.00 สอดคล้องกับกระบวนการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค คือ เมื่อได้รับรู้ถึงข้อแตกต่างของข้อมูลจากสิ่งที่ต้องการซื้อ ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะตัดสินใจซื้อสิ่งที่ตนเองพึงพอใจมากที่สุดหรือมีความเหมาะสมที่สุด [90] ดังนั้นเมื่อผู้บริโภคได้ทราบถึงคุณประโยชน์จากการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและให้ประโยชน์มากกว่าผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาดที่ยังไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อที่โรค ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100 และยังแสดงให้เห็นอีกว่า พฤติกรรมการบริโภคสินค้าของผู้บริโภคในปัจจุบันนี้ให้ความสำคัญกับอ่านข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ไม่ว่าจะเป็นฉลากโภชนาการ คุณประโยชน์ด้านอื่นๆหรือคุณภาพที่แตกต่าง ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิดควรมีฉลากโภชนาการเพื่อประกอบการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภค

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกในโยเกิร์ตโดยเยลลี่แก่นตะวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก เพื่อศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวันและเพื่อศึกษาสมบัติซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยครั้งนี้ คือ ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติกได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่พรีไบโอติกจากแก่นตะวัน เป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณสมบัติซินไบโอติกและได้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่สำหรับคนรักสุขภาพ โดยสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้เยลลี่แก่นตะวันในการปรับปรุงสมบัติซินไบโอติกของโยเกิร์ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก เพื่อศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวันและเพื่อศึกษาสมบัติความเป็นซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์ สามารถสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1.1 การศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ในการศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตขั้นต่อไป โดยมีผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 150 คน พบว่า แนวความคิดที่เหมาะสม คือ โยเกิร์ตควรมีลักษณะเนียน มีรสหวานนำเปรี้ยว เมื่อรับประทานสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและสามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ โดยลักษณะของวัตถุดิบควรมีลักษณะเป็นรูปแบบชิ้น ส่วนวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาร่วมกับโยเกิร์ต คือ แก่นตะวัน

5.1.2 การศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก

ในศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ต โดยแปรปริมาณน้ำตาลซูโครสเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 6.00, 8.00 และ 10.00 แปรปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00 และ 4.00 พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก คือ สูตรที่ใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 6.00 และปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ต ร้อยละ 2.00 โดยพบปริมาณแบคทีเรียแลคติกตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารโพรไบโอติก เท่ากับ 9.8×10^7 cfu/g ค่าสี L*, b* และ a* เท่ากับ 89.15, -2.25 และ 8.17 ตามลำดับ ค่าความหนืด เท่ากับ 2922 cP ค่า pH ชั่วโมงที่ 6 เท่ากับ 4.5 และค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 14.67 °Brix

5.1.3 การศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน

ในศึกษาปริมาณคาราจีแนนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน ปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณคาราจีแนน โดยแปรปริมาณคาราจีแนนเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2.00, 2.50 และ 3.00 พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่แก่นตะวัน คือ สูตรที่ใช้คาราจีแนนร้อยละ 3.0 โดยมีค่าความแข็ง เท่ากับ 10.11 N ค่าความเหนียว เท่ากับ 0.46 N ค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 63.28, 0.65 และ 13.78 ตามลำดับ ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 19.33 ºBrix โดยมีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

5.1.4 การศึกษาสมบัติความเป็นซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์

ในศึกษาสมบัติความเป็นซินไบโอติกของผลิตภัณฑ์ปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ปริมาณเยลลี่แก่นตะวัน โดยแปรปริมาณเยลลี่แก่นตะวันเป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 35.00, 40.00 และ 45.00 ของปริมาณโยเกิร์ตโพรไบโอติก นำไปทดสอบการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* TISTR 117 ด้วยวิธี Agar Well Diffusion Method พบว่าทุกสิ่งทดลองมีสมบัติซินไบโอติกสามารถพบวงใสหรือเคลียร์โซน โดยปริมาณเยลลี่แก่นตะวันที่เหมาะสมต่อโยเกิร์ต คือ ปริมาณเยลลี่แก่นตะวันร้อยละ 35.00 ของโยเกิร์ต ซึ่งให้พลังงานทั้งหมด 98.45 กิโลแคลอรี่ ไขมันทั้งหมด 2.65 กรัม คอเลสเตอรอล 8.07 มิลลิกรัม คาร์โบไฮเดรต 15.93 กรัม โปรตีน 2.27 กรัม ใยอาหาร 0.71 กรัม น้ำตาล 12.34 กรัม โซเดียม 46.52 กรัม วิตามิน A 27.90 ไมโครกรัม วิตามิน B1 0.05 มิลลิกรัม วิตามิน B2 0.094 มิลลิกรัม แคลเซียม 93.58 มิลลิกรัม เหล็ก 0.87 มิลลิกรัม และ เถ้า 1.16 กรัม การยอมรับจากผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่อยู่ที่ชอบปานกลาง และเมื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ มีผู้บริโภคเกิดความความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100

5.2 ข้อเสนอแนะ

ด้วยคุณสมบัติซินไบโอติกที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรค หากมีผู้สนใจเพื่อนำงานวิจัยไปศึกษาต่อยอดให้เกิดความหลากหลายในความรู้ทางวิชาการ ควรศึกษาเกี่ยวกับชนิดของพืชท้องถิ่นในประเทศไทยที่ส่งผลต่อการเกิดคุณสมบัติซินไบโอติก เพื่อเป็นการช่วยเหลือและสนับสนุนสินค้าจากชาวบ้าน เกษตรกรและชุมชนในประเทศไทยให้เกิดความยั่งยืนสืบไป

บรรณานุกรม

[1] สถาบันอาหาร, *แนวโน้มการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มในอุตสาหกรรมอาหาร (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://www.industry.go.th/industry/index.php/th/knowledge/item/10605-2016-05-23-05-40-02, (6 มกราคม 2562).

[2] กระทรวงสาธารณสุข, *ประกาศการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร*, กระทรวงสาธารณสุข, เล่ม 128 ตอนพิเศษ 86 ง, นน. 21, 2554.

[3] อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, การพัฒนาวุ้นเส้นเสริมแป้งแก่นตะวัน, “สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ,” รายงานการวิจัย, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2558.

[4] ศุภนิช สิทธิบุศย์, “ผลของพรีไบโอติกและระดับน้ำตาลต่อการเหลือรอดของเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus casei* ในไอศกรีมซินไบโอติก,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.

[5] นัฐนันท์ ทวีรัตน์ธนนท์, “โยเกิร์ต,” วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, 2558.

[6] *รูปโยเกิร์ตชนิดคงตัว (ออนไลน์)*, 2561, สืบค้นได้จาก: https://www.lezzet.com.tr/yemek-tarifleri/diger-tarifler/yogurtlu-tarifler/ev-yapimi-yogurt, (5 เมษายน 2561).

[7] *รูปโยเกิร์ตชนิดกวน (ออนไลน์)*, 2561, สืบคนได้จาก: https://ilsalvagente.it/2017/05/29/gli-yogurt-scaduti-sono-ancora-buoni-da-mangiare, (5 เมษายน 2561).

[8] ประกานต์ ฤดีกุลธำรง, “พรีไบโอติก:อาหารส่งเสริมสุขภาพ,” *วารสารธรรมศาสตร์เวชสาร*, ปีที่ 12 ฉบับที่ 2, นน. 362-369, เดือนเมษายน - มิถุนายน, 2555.

[9] ธีระพงศ์ หมวดศรี, *วิธีการใช้เครื่องวัดความหนืด (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://agro-industry.rmutsv.ac.th/pdf, (8 พฤษภาคม 2562).

[10] วิไล รังสาดทอง. *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็กซ์-แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่นจำกัด, 2547.

[11] บุญศรี จงเสรีจิตต์. *จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นม*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.

[12] *รูปโยเกิร์ตรสสตอเบอรี่ (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://sites.google.com/site/itg065620114028/reuxng-khwr-ru-sahrab-taw/kin-yo-keirt-ld-seiyng-pen-bea-hwan, (13 มกราคม 2562).

[13] อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์, “การผลิตโยเกิร์ตข้าวกล้องพันธุ์หอมนิล,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม, 2557.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[14] สุนัดดา โยมญาติ, "*โยเกิร์ต*," บทความ, สาขาชีววิทยา, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557.

[15] Herbel, S.R., Vahjen, W., Wieler, L.H., and Guenther, S.Timely approaches to identify probiotic species of the genus Lactobacillus. Gut Phathogens. Centre for Infection Medicine, Institute of Microbiology and Epizootics, Freie Universitat Berlin, 2013.

[16] U.S Department of Agriculture, *Yogurt (ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก: https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/497051/nutrients, (18 เมษายน 2563).

[17] U.S Department of Agriculture, *Yogurt 0 Fat (ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก: https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/376579/nutrients, (27 เมษายน 2563).

[18] เกศรินทร์ มีธรรม และ มุนินทร์ นุชนาง, "ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวจากข้าวหักไรซ์เบอรี่," วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, คณะคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2559.

[19] ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ, "ผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเกี๋ยง," รายงานการวิจัย, สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2548.

[20] กุลพร พุทธมี และคณะ, "การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่หนามแดง," รายงานการวิจัย, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 2557.

[21] จุฑามาศ พีรพัชระ, *ความรู้เรื่องเยลลี่ (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://www.clinictech.most.go.th /online/ techlist/ attachFile/ 20122141354261.pdf, (9 กรกฎาคม 2562).

[22] *รูปเยลลี่ชนิดเหลว, (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://www.syixinfoods.en.alibaba.comproduct 28093765721379718645g_Long Tower_Cup_Fruit_Jelly_Cup.html, (10 กรกฎาคม 2562).

[23] *รูปเยลลี่ชนิดแห้ง (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: http://www.sen.wikipedia.orgwikiGummy_bear, (10 กรกฎาคม 2562).

[24] *รูปหัวแก่นตะวัน (ออนไลน์)*, 2561, สืบค้นได้จาก: https://www.bansuanporpeang.comnode28353, (17 เมษายน 2561).

[25] *รูปลำต้นแก่นตะวัน (ออนไลน์)*, 2561, สืบค้นได้จาก: https://www.th.wikipedia.org/wiki, (17 เมษายน 2561).

[26] *รูปดอกแก่นตะวัน (ออนไลน์)*, 2561, สืบค้นได้จาก: https://www.108kaset.com/index.php/topic,413, (17 เมษายน 2561).

[27] *รูปแปลงปลูกต้นแก่นตะวัน (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://www.spuechkaset.com, (10 กรกฎาคม 2562).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[28] พีรณัฐ อันสุรีย์, “การศึกษาและพัฒนาเครื่องขุดหัวแก่นตะวัน,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.

[29] United States Department of Agriculture Agricultural Research Service, *Jerusalem artichoke*, USDA Branded Food Products Database, 2017.

[30] ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์, *ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ (ออนไลน์),* 2562, สืบค้นได้จาก: https://naiklong01.files.wordpress.com/2010, (22 มิถุนายน 2562).

[31] *รูปโครงสร้างโมเลกุลอินนูลิน (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:FOS.svg, (17 มิถุนายน 2562).

[32] Barclay AW, Petocz P, McMillan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P, Brand-Miller JC, Glycemic index, glycemic load and chronic disease risk-a meta-analysis of observational studies. *Am J Clin Nutr*, 87(3): pp. 627, 2008.

[33] Welch RW, Kelly MT, Gallagher AM,Wallace JM, Livingstonet MBE. The effects of inulin- type fructans on satiety and energy intake, human studies, *Agro Food Industry Hi tech*, 5(5): pp. 4, 2008.

[34] จงกลณี แววหงษ์, “ผลของสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในว่านหางจระเข้ที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในการทำโยเกิร์ต,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

[35] Junaid, A., Mohammed, S. M., Saeed, A. K. and Abdul, Q. K. HPLC analysis of water soluble vitamins (B1, B2, B3, B5, B6) in invitro and exvitro germinated chickpea. *Biotechnology*, 7 (14): pp. 2310-2314, 2008.

[36] Pool-Zobel BL, Inulin-type fructans and reduction in colon cancer risk, review of experimental and human data, *Br J Nutr*, 93 (Suppl 1): pp. S73-S90, 2005.

[37] ชมภู่ ยิ้มโต. *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-ราชมงคลธัญบุรี. สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น, 2558.

[38] ศุภยางค์ วรวุฒิคุณชัย. *การพิสูจน์เอกลักลักษณ์ของแบคทีเรียกรัมบวกและกรัมลบ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์, 2547.

[39] นันทนา อรุณฤกษ์. *การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอนแอโรบ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ โอ.เอส.พริ้ติ้งเฮ้าส์, 2549.

[40] *รูป Lactobacillus Casei Shirota (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://sfineartamerica.comfeaturedlactobacillus–casei–shirota-bacteria -sem -dr-kari-lounatmaa.htmlproduct=greeting-card, (7 ตุลาคม 2562).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[41] *รูป Salmonella* sp. *(ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://thejewishlink.comresearchers–tackle-biofilm-to -make -salmonella -infection-less-aggressive, (7 ตุลาคม 2562).

[42] *รูป E. coli (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://smedicine.wustl.edunewsblood-type-affects-severity-of-diarrhea -caused-by-e-coli, (7 ตุลาคม 2562).

[43] อิสยา จันทร์วิทยานุชิต. *แบคทีเรียทางการแพทย์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

[44] รูป *Staphylococus aureus (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://outbreaknewstoday.com/mrsa-infection-of-bone-promising-results -using-silver-releasing-scaffolds-19316/, (13 พฤศจิกายน 2562).

[45] ชุตินันท์ ประสิทธิ์ภูริปรีชา และคณะ, "การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกที่มีส่วนผสมพรีไบโอติกจากถั่วเหลืองและโพรไบโอติก," รายงานการวิจัย, คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2552.

[46] S. Wernick, *The Probiotics Revolution*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มติชน, 2553.

[47] ไชยวัฒน์ ไชยสุต. *โพรไบโอติก จุลินทรีย์ทางเลือกเพื่อสุขภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักการแพทย์ทางเลือก กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกกระทรวงสาธารณสุข, 2556.

[48] วรรณพร ทะพิงค์แก, "การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ดเป็นสารเสริมในอาหารไก่เนื้อ, ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ," รายงานการวิจัย, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2557.

[49] ณัฐรัตน์ ศรีสังวาลย์, "การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลัวและฝอยทอง," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีอาหาร, ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2555.

[50] *รูปโครงสร้างโมเลกุลไอโซมอล (ออนไลน์)*, 2561, สืบค้นได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1682/isomalt, (18 เมษายน 2561).

[51] de Verse, M. and J. Screzenmeir, Probiotics prebiotics and synbiotics, *Food Biotechnol*. 111: pp. 1-66, 2008.

[52] กัญชัญญา ดีมีชัย, "การศึกษาประสิทธิผลของการใช้ซินไบโอติกชนิดแคปซูล," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2558.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[53] มนัญญา คีรีศรี, “ประสิทธิผลของซินไบโอติกในการรักษาโรคผื่นผิวหนังอักเสบชีบอเรอิคเดอมาไตติส,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาจิตวิทยา, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2555.

[54] Thilakarathna W. and GILangille MR., Polyphenol-based prebiotics and synbiotics potential for cancer chemoprevention, Department of Plant, Food, and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, Dalhousie University, Truro, Nova Scotia, Canada, 2018.

[55] *รูปโมเลกุลคาราจีแนนชนิดต่างๆ (ออนไลน์),* 2562, สืบได้จาก: https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure- of- kappa- carrageenan-KC-iota-carrageenan-IC-and-lambda_fig1_272090529, (16 มิถุนายน 2562).

[56] พัฒนา บัวดี, “ผลของแคปปาคาราจีแนนต่อสมบัติต่างๆของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ/พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงซ้อน/เทอร์โมพลาสติกสตาร์ช,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีพอลิเมอร์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553.

[57] ศรีสุดา เคยอาษา, “การศึกษาคุณลักษณะของเอนไซม์ฟรุกโตซิลทรานสเฟอเรสจากแก่นตะวันเพื่อนำไปผลิตฟรุกโตลิโกแซคคาไรด์,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ, คณะเทคโนโลยีชีวภาพ, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554.

[58] ศริญาภัสร์ กรพัฒนนนท์, “การศึกษาประสิทธิผลของแก่นตะวันที่มีต่อระดับโฮโมซิสติอีนในผู้ป่วยก่อนเบาหวาน,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 2559.

[59] Qiuhong Yu., Jianjing Zhao, Zhikun Xu,Yongwen Chen, Tianyun Shao, Xiaohua Long, Inulin from Jerusalem artichoke tubers alleviates hyperlipidemia and increases abundance of *bifidobacteria* in the intestines of hyperlipidemic mice, College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, China, 2017.

[60] Hwa-Young Choi, Hee-Kyoung Ryu Kyung-Min Park, Direct lactic acid fermentation of Jerusalem artichoke tuber extract using *Lactobacillus paracasei* without acidic or enzymatic inulin hydrolysis, Industrial Biotechnology Research Center, Daejeon, Korea, 2012.

[61] ศิริรัตน์ เฉลยสรรพ, “ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของแบคทีเรียแลคติกที่แยกจากอาหารและแนวทางในการปรับปรุงสายพันธุ์ *Lactobacillus plantarum* เพื่อใช้เป็นโพรไบโอติก,” *วารสารมหาวิทยาทักษิณ*, ปีที่ 14 ฉบับที่ 3, นน. 10 –18, 2554.

[62] ณัฐธญาณ์ ศรีสุวอ, “ผลของนมและอินนูลินที่มีผลต่อสมบัติเคมีกายภาพของพุดดิ้งข้าวเสริมโพรไบโอติก,” *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.*, ปีที่ 39, ฉบับที่ 3, กรกฎาคม - กันยายน, 2559.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[63] ณัชฌา พันธุ์วงษ์ และคณะ, “การลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตร, 2553.

[64] Xinxin Ke, Alesia Walker, Sven-Bastiaan Haange, Ilias Lagkouvardos, Yuwen Liu, Synbiotic-driven improvement of metabolic disturbances is associated with changes in the gut microbiome in diet-induced obese mice, School of Life Sciences, The Chinese University of Hong Kong, Shatin, New Territories, Hong Kong, China, 2018.

[65] Samadrita Sengupta, Hemanta Koley, Shanta Dutta, Jayati Bhowal, Hepatoprotective effects of synbiotic soy yogurt on mice fed a high-cholesterol diet, School of Community Science and Technology, Indian Institute of Engineering Science and Technology, Howrah, West Bengal, India, 2018.

[66] Nascimento M., Eduardo J., Aguilar-Nascimento, Cervantes Caporossi, Heloisa Michelon Castro-Barcellos, Rodrigo Teixeira Motta, Efficacy of Synbiotics to Reduce Acute Radiation Proctitis Symptoms and Improve Quality of Life: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Pilot Trial, Department of Medicine, University Center of Varzea Grande (UNIVAG), Varzea Grande, Mato Grosso, Brazil, 2014.

[67] เมธาวี อนะวัชกุล, “การศึกษาปริมาณ GABA และการพัฒนาโยเกิร์ตเสริม GABA จากข้าวกล้องมันปูงอก,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2552.

[68] คุณัชญ์สุภชา กลับคง, “การแยกเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกจากน้ำนมกระบือพันธุ์มูร่าห์และสมบัติในการหมัก,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2558.

[69] กุสุมา ทินกร ณ อยุธยา, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ธัญพืชเพื่อสุขภาพ,” *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร*, ปีที่ 11, ฉบับที่ 1, นน. 13-20, มกราคม - มิถุนายน, 2559.

[70] สุดาทิพย์ ฐิตะโภคา, “พรีไบโอติก,” *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, ปีที่ 37, ฉบับที่ 4, นน. 366, ตุลาคม - ธันวาคม, 2552.

[71] Jahangirian, H., M.J. Haron, M.H. Shah, Y. Abdollahi, M. Rezayi และ N. Vafaei. Well diffusion method for evaluation of antibacterial activity of copper phenyl fatty hydroxamate synthesized from canola and palm kernel oils. Digest *J. Nanomat Biostructures*. 8: pp. 1263-1270, 2013.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[72] ชานุวัฒน์ ตาวินโน, "ปัจจัยส่วนประสมการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อโยเกิร์ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะบริหารธุรกิจ, สาขาการจัดการ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2550.

[73] พบแพทย์, *โยเกิร์ตกับคุณประโยชน์น่ารู้ (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นจาก: https://www.pobpad.com, (22 มีนาคม 2562).

[74] อุษา ภูคัสมาส, "โยเกิร์ตอาหารที่มีจุลินทรีย์สุขภาพ," *วารสารอาหาร*, ปีที่ 42, ฉบับที่ 2, นน.134-138, เดือน เมษายน - มิถุนายน, 2555.

[75] ประชาชาติธุรกิจ, *ไปให้สุดหยุดที่ 7-11 แปลงร่าง "ร้านสะดวกซื้อ" ตอบทุกโจทย์ที่ลูกค้าต้องการ (ออนไลน์),* 2562, สืบค้นจาก: https://www.prachachat.net/asian-100/news-252434, (22 มีนาคม 2562).

[76] วรุตม์ ประไพพักตร์, "ปัจจัยพฤติกรรมผู้บริโภคและปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการที่ส่งผลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อสินค้าประเภทเครื่องครัวในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2556.

[77] เบญจมาศ ศิลาย้อย, *กล้วย*, พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558.

[78] อรพิน ชัยประสพ, *เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์นม*, ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2546.

[79] บุษบา ยงสมิทธ์. *จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.

[80] sitesgoogle, *คุณสมบัติกายภาพของน้ำตาล (ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก: https//:www.sites.google.com /site /xxyphuchsersthkic /khunsmbati -kayphaph-khxng-natal-thray, (15 เมษายน 2563).

[81] สุมณฑา วัฒนสินธุ์, *จุลชีววิทยาทางอาหาร*, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545.

[82] F. Rey, M.A. Ferreira, P. facal and A.A.S.C. Machado, Effect of concentration pH and ionicstrength on the viscosity of solutions of a soil fulvic acid, *Can. J. Chem*. 74: pp. 295-299, 1996.

[83] พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, *โยเกิร์ต (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นได้จาก: https://www.digital.lib.kmutt.ac.th/magazine/issue7/articles/article3.html, (18 กันยายน 2562).

[84] foodnetworksolution, *แบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (ออนไลน์),* 2563, สืบค้นจาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0782/lactic-acid-bacteria-แบคทีเรียผลิตกรดแล็กทิก, (14 เมษายน 2563).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[85] หทัยชนก นพจรูญศรี, “ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแป้งมันสำปะหลังดัดแปรและแคปปาคาราจีแนนต่อการตกผลึกของผลึกน้ำแข็งในไอศกรีมนม,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2554.

[86] อุลัย ศิริศรี, “การใช้กัมชนิดต่างทำเยลลี่ผลหม่อน,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 2553.

[87] วิทิต เลิศนิมิตมงคล, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มังคุดผสมคาราจีแนนและผงบุก,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร.สาขาวิชาเทคโนโลยี, การจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 2556.

[88] ซีพีเมจิ, *โยเกิร์ตรสวุ้นมะพร้าว (ออนไลน์),* 2563, สืบค้นจาก: https://cpmeiji.com/th/product/view/Meiji-Yoghurt-with-Coconut-Jelly-135g, (28 เมษายน 2563).

[89] ดัชชี่, *ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก: http://www.dutchmill.co.th/product.aspx?id=13, (28 เมษายน 2563).

[90] วิภาวรรณ มโนปราโมทย์, “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านสังคมออนไลน์ (Instagram) ของประชากรในกรุงเทพมหานคร,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2556.

[91] ปณิธาน สุระยศ, “ผลของเกลือและมอร์แดนต่อการดูดซับสีสกัดจากใบมะม่วงบนเส้นด้ายฝ้าย,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์เคมีอุตสาหกรรม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2557.

[92] *แบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆที่พบในลำไส้ (ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก: https://www.globes.co.il/news/article.aspx?did=1001266668, (14 มิถุนายน 2563).

[93] *ผลิตภัณฑ์ Functional Food น้ำมันตับปลาชนิดแคปซูล (ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก: https://medthai.com/, (14 มิถุนายน 2563).

[94] *โมเลกุลของโอลิโกแซคคาไรด์ (ออนไลน์)*, 2563, สืบค้นจาก: https://sites.google.com/site/sarchiwmolkulbiomoleculebylava/kharbohidert/--xo-li-ko-saek-kha-rid, (14 มิถุนายน 2563).

[95] มาโนชญ์ สุธีรวัฒนานนท์, *โครงสร้างแป้งทนทานการย่อย (ออนไลน์),* 2563, สืบค้นจาก: http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/5671/1/Fulltext.pdf, (14 มิถุนายน 2563).

[96] *ตารางเปรียบเทียบความหวานและพลังงานระหว่างน้ำตาลแอลกอลฮอล์และซูโครส (ออนไลน์),* 2563, สืบค้นจาก: http://www.foodnetworksolution.com /wiki /word /1628/ sugar-alcohol, (14 มิถุนายน 2563).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[97] สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, “การพัฒนาการควบคุมจุลินทรีย์ด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากแบคทีเรียโพรไบโอติกเพื่อพัฒนามาตรฐานและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งของประเทศไทย,” รายงานการวิจัย, ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2562.

[98] ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส และ คณะ, “การใช้ผงแบคทีเรียแลคติกจากหญ้าหมักเป็นสารโพรไบโอติกในการเลี้ยงไก่,” รายงานการวิจัย, สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, 2557.

[99] เกษรา เพิ่มสุข, “การใช้อนุพันธ์น้ำตาลไซโลโอลิโกแซ็กคาไรด์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยแบคทีเรียทนอุณหภูมิสูงและศึกษาสมบัติการช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของโพรไบโอติก,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีชีวเคมี, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2556.

[100] วีรสิทธิ์ ขาวผ่อง, “การประเมินประสิทธิภาพของโพรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในการเลี้ยงกุ้งขาวเวนนาไม,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2556.

[101] ศศิธร ใบผ่อง, “องค์ประกอบของน้ำตาลและสมบัติพรีไบโอติกของข้าวพันธุ์พื้นทางภาคเหนือของไทย,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2559.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1 การวิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* [91]

ปรับค่ามาตรฐานสีทุกครั้งก่อนการทำการวัดค่า โดยวางหัววัดในระนาบเดียวกับผิวหน้าของแผ่น Calibrate กดปุ่ม Measure เพื่อให้เครื่องวัดค่าสีบันทึกข้อมูลก่อน จากนั้นนำตัวอย่างใส่ลงใน Cuvettes ในปริมาณ 10 ml. ปิดฝาด้านบนแล้วกดปุ่ม Measure เพื่อให้เครื่องวิเคราะห์ค่าสีตัวอย่าง ซึ่งการระบุค่าสีจะเป็นตัวเลขมาตรฐานโดยองค์กรนานาชาติทางด้านแสและสี ด้วยการใช้ระบบ L*, a* และ b* ในการกำหนดมาตรฐานค่าความสว่างและเฉดสี ดังต่อไปนี้

L* คือ การวิเคราะห์ค่าความสว่าง (Lightness) โดย

L = 0 ลักษณะของสีจะเป็นสีโทนดำ

L = 100 ลักษณะของสีจะเป็นสีขาวและสว่าง

a* คือ การวิเคราะห์ค่าของสีแดง (Red) และสีเขียว (Green)

a ได้ค่า + แสดงถึงลักษณะของสีแดง

a ได้ค่า - แสดงถึงลักษณะของสีเขียว

b* คือ การวิเคราะห์ค่าของสีเหลือง (Yellow) และสีน้ำเงิน (Blue)

b ได้ค่า + แสดงถึงลักษณะของสีเหลือง

b ได้ค่า - แสดงถึงลักษณะของสีน้ำเงิน

1.2 การวิเคราะห์ค่าความหนืด [9]

เปิดเครื่อง กดปุ่ม Motor on/off เพื่อเข้าไปยังโปรแกรมวิเคราะห์ค่าความหนืด โดยใช้หัววัดหมายเลข 63 ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง แล้วประกอบเข้ากับตัวเครื่องหมุนตามเข็มนาฬิกา จากนั้นนำโยเกิร์ตที่บรรจุในบิกเกอร์ ปริมาตร 500 ml. โดยใช้ความเร็วรอบที่ 35 - 40 กดปุ่ม Select SPDL กรอกรหัสหมายเลขหัวที่ใช้ และกด Enter โดยการเลือกใช้ความเร็วรอบ ควรให้ค่า % Torque อยู่ระหว่างร้อย 85 -100 เพื่อความแม่นยำในการทดสอบ หาก % Torque ปรากฏ EEE % ให้กดปุ่ม Motor on/off แล้วทำการปรับลดความเร็วรอบลง

1.3 การวิเคราะห์แรงกดและความยืดหยุ่น [9]

เตรียมตัวอย่างขนาด 1 x 1 นิ้ว โดยใช้หัววัดขนาดรัศมี 0.5 เซนติเมตร ใช้ระยะกดที่ 10 เซนติเมตร โดยค่าความแข็งหรือค่าแรงกด คือ ค่าแรงสูงสุดจากการกดครั้งแรกส่วนค่าความยืดหยุ่น คือ ระยะทางการกดครั้งที่ 2 หาร ระยะทางการกดครั้งที่ 1

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณโปรตีนตามวิธี AOAC, 2016

2.1.1 ขั้นตอนการย่อย

เปิดเครื่อง Buchi Digestion Unit K ปรับความร้อนในระดับเบอร์ 10 นำตัวอย่าง 1 กรัม ผสมรวมกับ Selenium mixture (โดยมี Na_2 SO_4% + $CuSO_4$ 3.5%+SeO_2 0.5%) กรัม จากนั้น เติมกรดซัลฟูริกที่ระดับความเข้มข้น 15 มิลลิกรัม ลงในหลอดแล้วต่อหลอด Buchi แล้วย้ายไปยังช่องที่มีความร้อน ปรับระดับความร้อนมาที่เบอร์ 8 จากนั้นทิ้งให้เครื่องทำงานโดยใช้เวลาประมาณ 45 นาที

2.1.2 ขั้นตอนการกลั่น

เตรียม Buchi Acid 50 มิลลิลิตร หยดลง Methyl Red เป็นอินดิเคเตอร์ นำตัวอย่างที่เย็นแล้ว มาย่อยด้วยการเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วต่อหลอดเข้ากับตัวเครื่อง แล้วทำการเปิดเครื่องเติม NaOH ร้อยละ 32 แล้วเปิด Stream on กลั่นโดยใช้เวลา 4 นาที จากนั้นนำตัวอย่างไปไตเตรท หาปริมาณโปรตีน HCI 0.1 N โดยคำสูตรการหาปริมาณโปรตีน ดังแสดงในสมการดังต่อไปนี้

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{(VA - VB) \times N \times 0.014 \times DF \times 100 \times CF}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

เมื่อ VA = ปริมาณของ HCI ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
VB = ปริมาณของ HCI ที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)
N = ค่านอร์มัลของ HCI
DF = Dillution Factor
CF = Conversion Factor

2.2 การวิเคราะห์ค่าปริมาณไขมัน ตามวิธี AOAC, 2016

นำตัวอย่างปริมาณ 3 กรัม ใส่ลงบนกระดาษกรองแล้วห่อให้มิดชิด จากนั้นใส่ลงในทิมเบิล Extraction Unit it of Soxhlet ด้วยเครื่อง adapter จากนั้นนำไป Extraction cup แล้วเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดกลั่นในปริมาณ 150 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อน นาน 4 ชั่วโมง โดยปรับความร้อนด้วยสารละลายกลั่นจาก Condenser 150 หยดต่อนาที จากนั้นกลั่นปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากไขมัน แล้วการชั่งน้ำหนักที่แน่นอนโดยนำขวดกลั่นและไขมัน อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที โดยสามารถคำนวณสูตรการหาเปอร์เซ็นต์ไขมันดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย ตามวิธี AOAC, 2016

นำตัวอย่างที่สกัดไขมันใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมสารละลายซัลฟูริกระดับเข้มข้น 0.1275 โมลาร์ ปริมาณ 200 มิลลิลิตร นำไปต้มเดือดเป็นเวลา 30 นาที โดยรักษาปริมาตรให้คงที่ด้วยการเติมด้วยน้ำกลั่น จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 54 ใช้ suction และน้ำร้อนล้างจนกระทั่งไม่เหลือความเป็นกรด แล้วเทกากที่เหลือกลับใส่ในบีกเกอร์ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.313 โมลาร์ 200 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน30 นาที และรักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมด้วยน้ำกลั่น จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 54 ใช้ suction และน้ำร้อนล้างจนกระทั่งไม่เหลือความเป็นด่าง แล้วนำกากที่ได้ล้างด้วยไฮโดคลอริกร้อยละ 1 ขั้นตอนต่อไปล้างด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาณ 20 ml จำนวน 2 ครั้ง นำกากที่ได้ใส่บนกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 41 ชนิดปราศจากเถ้า นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำออกมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเถ้ามีสีขาว ปล่อยให้เย็นใน Desiccater แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก โดยสามารถคำนวณสูตรหาปริมาณเยื่อใยดังสมการต่อไปนี้

$$\text{น้ำหนักเส้นใย} = \text{น้ำหนักแห้งของกาก} - \text{น้ำหนักเถ้า}$$

$$\text{ปริมาณเส้นใย} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม ตามวิธี AOAC, 2016

2.4.1 ขั้นตอนการเตรียมสารเคมี

2.4.1.1 สารละลายสตรอนเดียม 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยละลายสตรอนเดียมคลอไรด์ ปริมาณ 15.2146 กรัม ในสปอร์คลอริค 0.5 % แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.4.1.2 สารละลายมาตรฐานแคลเซียม ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยละลายแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้ผ่านการอบในอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ปริมาณ 2.4973 กรัม ด้วยน้ำปราศจากไอออน จากนั้นค่อยๆเติมกรดไนตริกระดับความเข้มข้นปริมาตร 12 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนให้ครบ 1 ลิตร

2.4.1.3 นำ Working Standard Calcium ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยนำสารละลายมาตรฐานแคลเซียม 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จากข้อ 2.4.1.2 ปริมาตร 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร แล้วปริมาตรสารละลายสตรอนเดียม 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จนกระทั่งได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

2.4.2.1 เจือจางสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการย่อยแล้วด้วยสารละลายสตรอนเดียม 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเจือจางสารละลายตัวอย่างให้อยู่ในช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคลเซียม

2.4.2.2 นำสารละลายตัวอย่างที่เจือจางแล้ว ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer และ Flamephometer นำไปคำนวณสูตรหาเปอร์เซ็นต์แคลเซียมดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ แคลเซียม} = \frac{X \times V \times 100}{1{,}000 \times W}$$

เมื่อ X = ปริมาณแคลเซียมที่อ่านได้ในตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)
V = ปริมาตรของตัวอย่างหลังจากที่ย่อยแล้ว (มิลลิลิตร)
W = น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

2.5 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี AOAC, 2000
การคำนวณหาค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยคำนวณตามสมการดังต่อไปนี้

% คาร์โบไฮเดรต = 100 - (% ความชื้น + % ไขมัน + % โปรตีน + % เส้นใย + % เถ้า)

2.6 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ตามวิธีของ Junaid [35]

2.6.1 เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์โดยนำโซเดียมเฮกเซนซัลโฟเนต 1.08 กรัม และโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 1.36 กรัม นำไปละลายในน้ำ 940 ลูกบาศก์เซนติเมตร และไทรเอทิลแอมีน 5 มิลลิลิตร จากนั้นปรับค่า pH ให้เป็น 3.0 ด้วยกรดออโทฟอสฟอริก

2.6.2 นำตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับตัวทำละลาย 25 มิลลิลิตร แล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 40 นาที จากนั้นลดอุณหภูมิให้เย็นลง แล้มากรองด้วยเมมเบรน ขนาด 0.45 ไมโครกรัม นำสารละลายที่สกัดเตรียมจากแอซิโทไนไทรล์ 50 มิลลิลิตรและกรดเอซิติกที่ความเข้มข้น 10 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร

2.6.3 เตรียมสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1 โดยนำไทอามีนในกรดเกลือ 26.7 มิลลิกรัม ผสมน้ำ 25 มิลลิลิตร ส่วนวิตามินบี 2 โดยนำไรโบฟลาวิน 6.9 มิลลิกรัม ในสารละลายที่ใช้สกัด 100 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Comatrograp (4.6 x 250 mm, 5μm) ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 210 นาโนเมตร แล้วใช้เมทานอลผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์ในอัตรา 4 : 96 เป็น Phase เคลื่อนที่อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.1 การวิเคราะห์ค่าปริมาณแบคทีเรียแลคติก ด้วยวิธี Plate Count [68]

3.1.1 เตรียมหลอดทดลองขนาด 13 x 100 มิลลิเมตร จำนวน 10 หลอด จากนั้นใส่น้ำกลั่นปริมาณ 9 มิลลิลิตร ทั้ง 10 หลอด

3.1.2 นำโยเกิร์ต 1 มิลลิลิตร หยดลงในหลอดทดลองที่ 1 แล้วผสมให้เข้ากัน

3.1.3 ดูดสารจากหลอดทดลองที่ 1 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร จากนั้นหยดลงในหลอดที่ 2 แล้วผสมให้เข้ากัน ให้ทำแบบนี้ไปจนกระทั่งถึงหลอดที่ 10

3.1.4 ดูดสารละลายโยเกิร์ตในหลอดที่ 10 ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS Agar แล้วทำการ Spread Plate จากนั้นนำไปบ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

3.1.5 ตรวจนับโคโลนีที่เกิดขึ้นบนจานอาหารเพาะเชื้อ โดยสามารถคำนวณโคโลนีทั้งหมดของตัวอย่าง ดังแสดงในสมการต่อไปนี้ [6]

$$CFU/g = c\,(V1n1 + 0.1n2)\,2$$

เมื่อ V1 = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเชื้อ

c = จำนวนโคโลนีที่นับได้ในจานเพาะเชื้อในช่วง 30 - 300 โคโลนี

n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ 30 -300 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ 30 -300 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 30 - 300 โคโลนี

3.2 การวิเคราะห์ค่าการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ด้วยวิธี Agar Well Diffusion [71]

3.2.1 การเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย

3.2.1.1 การเตรียมอาหาร Muller-Hinton Agar

ชั่ง Muller-Hinton Agar 21 กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร เติมน้ำกลั่น จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อโดยผ่านหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที พักให้อาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส นำไปเทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร/จาน

3.2.1.2 วิธีการเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย

นำเชื้อแบคทีเรียที่เจริญโตบนอาหารวุ้น Muller-Hinton Agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เจือจางด้วยสารละลาย 0.85% NaCl ที่ปราศจากเชื้อ ให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No.5 (ปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^{8} cfu/ml)

3.2.1.3 การทดสอบความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อสารทดสอบ

ทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของสารทดสอบต่อเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี Agar Well Diffusion Method โดยนำไปเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ลงบนอาหารทดสอบ Muller-Hinton Agar ใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อจุ่มลงใน suspension กับเชื้อที่ต้องการทดสอบ จากนั้นบิดให้พอหมาด แล้วทำการ swab ให้ทั่วบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อโดยให้เชื้อกระจายเสมอทั่วผิวหน้าของอาหาร ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้ส่วนผิวหน้าของอาหารแห้ง จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เจาะลงไปบริเวณตรงกลางวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อและใช้ลวดเขี่ยเชื้อเขี่ยชิ้นวุ้นออกมา นำปิเปตดูดสารทดสอบปริมาตร 100 ไมโครลิตร หยอดลงในหลุม นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

3.2.1.4 วิธีการตรวจฤทธิ์การยับยั้งเชื้อ

ตรวจสอบรอบตัวอย่างที่ทดสอบหากมีวงใสหรือเคลียร์โซนแสดงว่าตัวอย่างที่ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ตรงกันข้ามหากไม่พบวงใสแสดงว่าตัวอย่างไม่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย จากนั้นนำไปตรวจผลโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณการยับยั้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ข
แบบสอบถาม

แบบสอบถาม
เรื่อง ศึกษาแนวความคิดการพัฒนาคุณภาพทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการวิจัยนายพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล นิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ดังนั้นผู้วิจัยจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่ได้รับผลกระทบใดๆจากการตอบแบบสอบถามแต่ประการใด ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต
ส่วนที่ 3 ข้อมูลความต้องการของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ขอขอบพระคุณในการตอบแบบสอบถาม
ผู้วิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ( ) หรือเติมข้อความให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

เฉพาะผู้วิจัย

1. เพศ A☐

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ B☐

( ) 15 – 24 ปี ( ) 25 – 34 ปี

( ) 35 – 44 ปี ( ) 45 – 54 ปี

( ) ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา C☐

( ) มัธยมศึกษาตอนต้น ( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.

( ) อนุปริญญา / ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ D☐

( ) นักเรียน / นักศึกษา ( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) อื่นๆโปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน E☐

( ) ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท ( ) 10,001 – 20,000 บาท

( ) 20,001 – 30,000 บาท ( ) 30,001 – 40,000 บาท

( ) 40,001 – 50,000 บาท ( ) มากกว่า 50,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ( ) หรือเติมข้อความให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

เฉพาะผู้วิจัย

6. ท่านชอบรับประทานโยเกิร์ตรสชาติใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) F☐

( ) รสธรรมชาติ ( ) รสสตรอว์เบอร์รี่
( ) รสวุ้นมะพร้าว ( ) รสธัญญาหาร
( ) รสผลไม้รวม

7. ท่านรับประทานโยเกิร์ตในช่วงเวลาใดบ้าง (ตอบมากกว่า 1 ข้อ) G☐

( ) 06.00 – 09.00 นาฬิกา ( ) 09.01 – 12.00 นาฬิกา
( ) 12.01 – 15.00 นาฬิกา ( ) 15.01 – 18.00 นาฬิกา
( ) 18.01 – 21.00 นาฬิกา ( ) 21.00 นาฬิกา เป็นต้นไป

8. เหตุผลใดที่ท่านเลือกรับประทานโยเกิร์ต (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) H☐

( ) เพื่อลดความอ้วน ( ) เพื่อบำรุงผิวพรรณ
( ) เพื่อให้ระบบขับถ่ายทำงานปกติ ( ) เพื่อให้กระดูกแข็งแรง
( ) เพื่อให้ร่างกายแข็งแรง ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

9. สถานที่ที่ท่านซื้อโยเกิร์ตบ่อยที่สุด (ตอบเพียง 1 ข้อ) I☐

( ) โลตัส ( ) บิ๊กซี
( ) เซเว่นอีเลฟเว่น ( ) แฟมมิลี่มาร์ค
( ) ร้านขายของชำ

12. ปัจจัยทางการตลาดใดบ้างที่ทำให้ท่านตัดสินใจซื้อโยเกิร์ต J☐

(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ชอบผลิตภัณฑ์ ( ) ราคาเหมาะสม
( ) ช่องทางการจัดจำหน่าย ( ) การส่งเสริมการขาย
( ) การโฆษณา ( ) การบริการของพนักงาน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความต้องการของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต
คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ( ) หรือเติมข้อความให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

เฉพาะผู้วิจัย

13. ลักษณะใดบ้างที่ท่านต้องการให้มีในโยเกิร์ต (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) K☐

( ) ความเนียน ( ) มีกลิ่นรสนม
( ) มีกลิ่นหมัก ( ) มีความข้นหนืด
( ) มีความมันวาว ( ) มีรสเปรี้ยวนำหวาน
( ) มีรสหวานนำเปรี้ยว

14. คุณประโยชน์ใดบ้างท่านต้องการให้เพิ่มลงในโยเกิร์ต (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) L☐

( ) ให้พลังงานต่ำ
( ) อิ่มท้อง
( ) ลดระดับน้ำตาลในเลือด
( ) ลดระดับคอเลสเตอรอล
( ) ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ
( ) ช่วยยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคในลำไส้
( ) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร

15. ท่านคิดว่าวัตถุดิบใดเหมาะสำหรับเสริมในโยเกิร์ตเพื่อให้มีคุณสมบัติพรีไบโอติก M☐
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) แก่นตะวัน ( ) กล้วย
( ) ถั่วเหลือง ( ) ถั่วขาว
( ) เมล็ดเจีย ( ) หัวบีทรูท

16. จากคำตอบข้อ 15 ท่านคิดว่าลักษณะวัตถุดิบที่ใส่ในโยเกิร์ตควรมีรูปแบบใด N☐
(ตอบเพียง 1 ข้อ)

( ) รูปแบบชิ้น ( ) รูปแบบปั่นละเอียด
( ) รูปแบบข้นคล้ายลักษณะซอส

17. ความคิดเห็นเพิ่มเติมที่ท่านต้องการให้มีผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

.....
.....
.....

แบบสอบถาม
เรื่อง ศึกษาความชอบต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่แก่นตะวัน

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการวิจัยของนายพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล นิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชอบของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เยลลี่แก่นตะวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถามตรงตามความคิดเห็นของท่าน โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่ได้รับผลกระทบใดๆจากการตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระท่านที่กรุณาเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้ ซึ่งในแบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลความชอบต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่แก่นตะวัน
ส่วนที่ 3 ข้อมูลความต้องการต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่แก่นตะวัน

ขอขอบพระคุณในการตอบแบบสอบถาม
ผู้วิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ( ) หรือเติมข้อความให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

เฉพาะผู้วิจัย

1. เพศ A☐

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ B☐

( ) 15 – 24 ปี ( ) 25 – 34 ปี

( ) 35 – 44 ปี ( ) 45 – 54 ปี

( ) ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา C☐

( ) มัธยมศึกษาตอนต้น ( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.

( ) อนุปริญญา / ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ D☐

( ) นักเรียน / นักศึกษา ( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) อื่นๆโปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน E☐

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

( ) 25,001 – 35,000 บาท ( ) 35,001 – 45,000 บาท

( ) 45,001 – 55,000 บาท ( ) มากกว่า 55,000 บาท

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่แก่นตะวัน

ตัวอย่าง : ผลิตภัณฑ์เยลลี่แก่นตะวัน 3 สูตร

คำแนะนำ : กรุณาให้คะแนนความชอบต่อลักษณะต่างๆเป็นตัวเลข โดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวาและกรุณาดื่มน้ำก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง ซึ่งมีระดับคะแนนดังต่อไปนี้

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

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**		
	285	501	149
สี			
กลิ่นโดยรวม			
ความแข็ง			
ความเหนียว			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความต้องการต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่แก่นตะวัน

เฉพาะผู้วิจัย

1. ท่านคิดว่าความหวานของเยลลี่แก่นตะวันพอดีหรือไม่ F☐

( ) น้อยเกินไป
( ) พอดี
( ) มากเกินไป

2. ท่านคิดว่าขนาดของเยลลี่แก่นตะวันเหมาะสมหรือไม่ G☐

( ) เล็กเกินไป
( ) เหมาะสม
( ) ใหญ่เกินไป

3. ท่านคิดว่าหากรับประทานเยลลี่แก่นตะวันร่วมกับโยเกิร์ตสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคบางชนิดบริเวณลำไส้ใหญ่ของร่างกายได้ ผลิตภัณฑ์นี้ถือว่าน่าสนใจหรือไม่

( ) น่าสนใจ H☐
( ) ไม่แน่ใจ
( ) ไม่น่าสนใจ

4. ความคิดเห็นเพิ่มเติมต่อเยลลี่แก่นตะวัน

.....
.....
.....
.....
.....

แบบสอบถาม
เรื่อง ศึกษาความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันในโยเกิร์ต

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการวิจัยนายพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล นิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่ได้รับผลกระทบใดๆ จากการตอบแบบสอบถามแต่ประการใด ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันต่อโยเกิร์ต

ขอขอบพระคุณในการตอบแบบสอบถาม
ผู้วิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ( ) หรือเติมข้อความให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

เฉพาะผู้วิจัย

1. เพศ A☐

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ B☐

( ) 15 – 24 ปี ( ) 25 – 34 ปี

( ) 35 – 44 ปี ( ) 45 – 54 ปี

( ) ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา C☐

( ) มัธยมศึกษาตอนต้น ( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.

( ) อนุปริญญา / ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ D☐

( ) นักเรียน / นักศึกษา ( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) อื่นๆโปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน E☐

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

( ) 25,001 – 35,000 บาท ( ) 35,001 – 45,000 บาท

( ) 45,001 – 55,000 บาท ( ) มากกว่า 55,000 บาท

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความชอบของปริมาณเยลลี่แก่นตะวันในโยเกิร์ต

ตัวอย่าง : ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน 3 สูตร

คำอธิบาย : แก่นตะวัน มีสารที่ชื่อว่า “อินนูลิน” เป็นสำคัญที่รับประทานเข้าไปจะช่วยทำให้รู้สึกอิ่มท้องนานขึ้นซึ่งเหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด อีกทั้งแก่นตะวันยังจัดอยู่ในกลุ่มของอาหารพรีไบโอติกที่ส่งผลดีต่อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้

คำแนะนำ : กรุณาให้คะแนนความชอบต่อลักษณะต่างๆเป็นตัวเลข โดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวาและกรุณาดื่มน้ำก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง ซึ่งมีระดับคะแนนดังต่อไปนี้

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

คำชี้แจง : กรุณาชิมตัวอย่างโดยรับประทานโยเกิร์ตพร้อมเยลลี่แก่นตะวัน

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**		
	538	152	302
กลิ่นโดยรวม			
รสชาติโดยรวม			
เนื้อสัมผัสโดยรวม			
ความเหมาะสมของสัดส่วนเยลลี่ต่อโยเกิร์ต			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถาม
เรื่อง ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการวิจัยนายพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล นิสิตปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่ได้รับผลกระทบใดๆ จากการตอบแบบสอบถามแต่ประการใด ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน
ส่วนที่ 3 ข้อมูลความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน

ขอขอบพระคุณในการตอบแบบสอบถาม
ผู้วิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ( ) หรือเติมข้อความให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

เฉพาะผู้วิจัย

1. เพศ A☐

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ B☐

( ) 15 – 24 ปี ( ) 25 – 34 ปี

( ) 35 – 44 ปี ( ) 45 – 54 ปี

( ) ตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา C☐

( ) มัธยมศึกษาตอนต้น ( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.

( ) อนุปริญญา / ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ D☐

( ) นักเรียน / นักศึกษา ( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) อื่นๆโปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน E☐

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

( ) 25,001 – 35,000 บาท ( ) 35,001 – 45,000 บาท

( ) 45,001 – 55,000 บาท ( ) มากกว่า 55,000 บาท

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน

ตัวอย่าง : ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน

คำแนะนำ : กรุณาให้คะแนนความชอบต่อลักษณะต่างๆเป็นตัวเลข โดยดื่มน้ำก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง ซึ่งมีระดับคะแนนดังต่อไปนี้

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

คำชี้แจง : กรุณาชิมตัวอย่างโดยรับประทานโยเกิร์ตพร้อมเยลลี่แก่นตะวัน

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**
กลิ่นโดยรวม	
รสชาติโดยรวม	
เนื้อสัมผัสโดยรวม	
ความชอบโดยรวม	

หากมีผลิตภัณฑ์นี้วางจัดจำหน่าย ท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่แน่ใจ ( ) ไม่ซื้อ

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ( ) หรือเติมข้อความให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

1. เยลลี่แก่นตะวันและสารให้ความหวานที่ใช้จัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีคุณสมบัติพรีไบโอติก คือ เป็นกลุ่มอาหารที่รับประทานเข้าไปแล้วจะเกิดความอิ่มท้องนานเพราะร่างกายไม่สามารถย่อยได้ แต่จะถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ทำให้เหมาะกับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อีกทั้งยังสามารถช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ลดน้ำตาลในเลือดและเมื่อนำไปรวมกับโยเกิร์ตโพรไบโอติกจะทำให้เกิดสมบัติใหม่ คือ คุณสมบัติซินไบโอติก สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในร่างกายบางชนิดได้ ท่านคิดว่าหากมีการวางจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่แน่ใจ ( ) ไม่ซื้อ

ขอขอบพระคุณที่กรุณาเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

ภาคผนวก ค
ผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ

ที่ ศธ 0513.12201/623093

รายงานผลการทดสอบ

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2942 8629

คำขอบริการเลขที่	:	623093	วันที่	18 กรกฎาคม	2562
ผู้ขอรับบริการ	:	คุณพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล เลขที่ 32/138 หมู่ที่ 6 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120			
ชื่อตัวอย่าง	:	โยเกิร์ต สูตร 1			
ชนิดตัวอย่าง	:	อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที			
ภาชนะบรรจุ	:	กระปุกพลาสติกใสปิดสนิท			
ขนาดบรรจุต่อหน่วย	:	100 กรัม			
ลักษณะตัวอย่าง	:	ของเหลวข้นหนืดสีครีม			
วันที่รับตัวอย่าง	:	28 มิถุนายน 2562			
วันที่ทำการทดสอบ	:	1 กรกฎาคม 2562			

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
Lactic acid bacteria count, cfu / g	9.8×10^7	ISO 15214 : 1998	-

ผู้รายงาน

ลงชื่อ.....
(นางสาวสุดารัตน์ ด้วงเพื่อง)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

ลงชื่อ.....
(นางจันจิรา จุรีรวมมิตร)
หัวหน้าศูนย์บริการประเมินคุณภาพอาหาร

รายงานผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น และห้ามนำไปใช้ประโยชน์ในการโฆษณา
เอกสารทุกฉบับต้องมีตราประทับรองสถาบันฯ และลงนามกำกับโดยผู้มีอำนาจ
ศูนย์บริการประเมินคุณภาพอาหาร โทร. 0 2942 8629 ต่อ 1800, 1811

ที่ ศธ 0513.12201/623094

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2942 8629

รายงานผลการทดสอบ

คำขอบริการเลขที่	:	623094	วันที่	18 กรกฎาคม	2562
ผู้ขอรับบริการ	:	คุณพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล เลขที่ 32/138 หมู่ที่ 6 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120			
ชื่อตัวอย่าง	:	โยเกิร์ต สูตร 2			
ชนิดตัวอย่าง	:	อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที			
ภาชนะบรรจุ	:	กระปุกพลาสติกใสปิดสนิท			
ขนาดบรรจุต่อหน่วย	:	100 กรัม			
ลักษณะตัวอย่าง	:	ของเหลวข้นหนืดสีครีม			
วันที่รับตัวอย่าง	:	28 มิถุนายน 2562			
วันที่ทำการทดสอบ	:	1 กรกฎาคม 2562			

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
Lactic acid bacteria count, cfu / g	5.1×10^7	ISO 15214 : 1998	-

ผู้รายงาน

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุดารัตน์ ด้วงเพ็ง)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

ลงชื่อ.....

(นางจันทนา ชูปัญหาวิสุทธิ์)
หัวหน้าศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร

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

ที่ ศธ 0513.12201/623095

รายงานผลการทดสอบ

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2942 8629

คำขอรับบริการเลขที่	:	623095	วันที่	18 กรกฎาคม	2562
ผู้ขอรับบริการ	:	คุณพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล เลขที่ 32/138 หมู่ที่ 6 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120			
ชื่อตัวอย่าง	:	โยเกิร์ต สูตร 3			
ชนิดตัวอย่าง	:	อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที			
ภาชนะบรรจุ	:	กระปุกพลาสติกใสปิดสนิท			
ขนาดบรรจุต่อหน่วย	:	100 กรัม			
ลักษณะตัวอย่าง	:	ของเหลวข้นหนืดสีครีม			
วันที่รับตัวอย่าง	:	28 มิถุนายน 2562			
วันที่ทำการทดสอบ	:	1 กรกฎาคม 2562			

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
Lactic acid bacteria count, cfu / g	1.6×10^7	ISO 15214 : 1998	-

ผู้รายงาน

ลงชื่อ.....
(นางสาวสุดารัตน์ ด้วงเฟื่อง)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

ลงชื่อ.....
(นางจันทร์เพ็ญ เชี่ยวเกษไชศรี)
หัวหน้าศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร

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

ที่ ศธ 0513.12201/623099

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2942 8629

รายงานผลการทดสอบ

คำขอบริการเลขที่	:	623099	วันที่	18 กรกฎาคม	2562
ผู้ขอรับบริการ	:	คุณพงศ์สุระ ชัญญเจริญอนุกูล เลขที่ 32/138 หมู่ที่ 6 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120			
ชื่อตัวอย่าง	:	โยเกิร์ต สูตรที่ 4			
ชนิดตัวอย่าง	:	อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที			
ภาชนะบรรจุ	:	กระปุกพลาสติกไสปิดสนิท			
ขนาดบรรจุต่อหน่วย	:	100 กรัม			
ลักษณะตัวอย่าง	:	ของเหลวข้นหนืดสีครีม			
วันที่รับตัวอย่าง	:	1 กรกฎาคม 2562			
วันที่ทำการทดสอบ	:	1 กรกฎาคม 2562			

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
Lactic acid bacteria count, cfu / g	5.7×10^7	ISO 15214 : 1998	-

ผู้รายงาน

ลงชื่อ.....
(นางสาวสุดารัตน์ ด้วงเฟื่อง)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

ลงชื่อ.....
(นางจันทนา ธุรีเพชรวิศร)
หัวหน้าศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร

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

ที่ ศธ 0513.12201/623097

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2942 8629

รายงานผลการทดสอบ

คำขอบริการเลขที่	:	623097	**วันที่**	18 กรกฎาคม	2562
ผู้ขอรับบริการ	:	คุณพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล เลขที่ 32/138 หมู่ที่ 6 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120			
ชื่อตัวอย่าง	:	โยเกิร์ต สูตรที่ 5			
ชนิดตัวอย่าง	:	อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที			
ภาชนะบรรจุ	:	กระปุกพลาสติกโสมิดสนิท			
ขนาดบรรจุต่อหน่วย	:	100 กรัม			
ลักษณะตัวอย่าง	:	ของเหลวข้นหนืดสีครีม			
วันที่รับตัวอย่าง	:	1 กรกฎาคม 2562			
วันที่ทำการทดสอบ	:	1 กรกฎาคม 2562			

รายการทดสอบ	**ผลการทดสอบ**	**วิธีทดสอบ**	**หมายเหตุ**
Lactic acid bacteria count, cfu / g	4.6×10^{7}	ISO 15214 : 1998	-

ผู้รายงาน

ลงชื่อ .....

(นางสาวสุดารัตน์ ด้วงเพ็ชร์)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

ลงชื่อ .....

(นางจันทร์ฉาย จรัสวงษ์วิศิร)
หัวหน้าศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร

รายงานผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น และห้ามนำไปใช้ประโยชน์ในการโฆษณา
เอกสารฉบับนี้สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันฯ และสงวนไว้สำหรับโดยผู้มีอำนาจ
ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร โทร. 0 2942 8629 ต่อ 1800, 1811

FS-47-V.6 (18 ก.ค. 2561)

ที่ ศธ 0513.12201/623098

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2942 8629

รายงานผลการทดสอบ

คำขอบริการเลขที่	: 623098	**วันที่**	18 กรกฎาคม 2562
ผู้ขอรับบริการ	: คุณพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล เลขที่ 32/138 หมู่ที่ 6 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120		
ชื่อตัวอย่าง	: โยเกิร์ต สูตรที่ 6		
ชนิดตัวอย่าง	: อาหารสำเร็จรูปที่พร้อมบริโภคทันที		
ภาชนะบรรจุ	: กระปุกพลาสติกใสปิดสนิท		
ขนาดบรรจุต่อหน่วย	: 100 กรัม		
ลักษณะตัวอย่าง	: ของเหลวข้นหนืดสีครีม		
วันที่รับตัวอย่าง	: 1 กรกฎาคม 2562		
วันที่ทำการทดสอบ	: 1 กรกฎาคม 2562		

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	วิธีทดสอบ	หมายเหตุ
Lactic acid bacteria count, cfu / g	4.1×10^7	ISO 15214 : 1998	-

ผู้รายงาน

ลงชื่อ .....
(นางสาวสุดารัตน์ ตัวงเพื่อง)
นักวิทยาศาสตร์

ผู้รับรอง

ลงชื่อ .....
(นางจันทร์สุดา [illegible])
หัวหน้าศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร

รายงานผลการวิเคราะห์นี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น และห้ามนำไปใช้ประโยชน์ในการโฆษณา
เอกสารฉบับนี้จะมีความสมบูรณ์ต่อเมื่อมีตราประทับของสถาบันฯ และลงนามกำกับโดยผู้มีอำนาจ
ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร โทร. 0 2942 8629 ต่อ 1800, 1811

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสมุนไพรและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, ฝ่ายเทคโนโลยีชีวมวลและพลังงานชีวภาพ,
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถ.งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร: 02-942-8600-3 ต่อ 402 โทรสาร: 02-942-8600-3 ต่อ 407

รายงานผลการทดสอบ

ชื่อตัวอย่าง สารทดสอบ จำนวน 3 ตัวอย่าง

1. A
2. B
3. C

ประเภทการใช้บริการ ทดสอบฤทธิ์ของสารทดสอบในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ จำนวน 1 สายพันธุ์

1. *Escherichia coli* (TISTR 117)

วิธีการทดสอบ การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของแผ่นฟิล์มที่มีต่อเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยวิธี Agar well diffusion method (Jahangirian และคณะ, 2013)

ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 1 ค่าบริเวณการยับยั้ง (inhibition zone) (มิลลิเมตร)

เชื้อจุลินทรีย์	บริเวณการยับยั้ง (inhibition zone)		
	A	B	C
E. coli	12	10	11
	11	10	11
	12	11	10

หมายเหตุ ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

ภาพที่ 1 บริเวณยับยั้งเชื้อ *E. coli* ของผลิตภัณฑ์ A (ซ้าย), ผลิตภัณฑ์ B (กลาง) และ ผลิตภัณฑ์ C (ขวา)

วิธีการ

การศึกษาฤทธิ์ของสารทดสอบในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

1. การเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย

1.1 การเตรียมอาหาร Muller-Hinton agar

ชั่ง Muller-Hinton agar (Merck, Germany) ตามที่กำหนดคือ 21 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร โดยเตรียมในปริมาณที่ต้องการ เติมน้ำกลั่น นำไปฆ่าเชื้อโดยผ่านหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส นำไปเทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร/จาน

1.2 วิธีการเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย

นำเชื้อแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารวุ้น Muller-Hinton agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาเจือจางด้วยสารละลาย 0.85% NaCl ที่ปราศจากเชื้อ ให้มีความขุ่นเท่ากับ McFarland No.5 (ปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^{8} cfu/ml (Kirby-Bauer))

2. การทดสอบความไวของเชื้อแบคทีเรียต่อสารทดสอบ

ทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งของสารทดสอบต่อเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี agar well diffusion method (Jahangirian และคณะ, 2013) โดยเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ ลงบนอาหารทดสอบ Muller-Hinton agar โดยใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อจุ่มลงใน suspension ของเชื้อที่ต้องการทดสอบ บิดให้แห้งพอหมาด ๆ กับข้างหลอดทดลอง จากนั้นทำการ swab ให้ทั่วบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อให้เชื้อกระจายสม่ำเสมอทั่วผิวหน้าของอาหาร ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้ส่วนผิวหน้าของอาหารแห้ง จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร เจาะชิ้นวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อที่บริเวณกลางจานเพาะเชื้อ และใช้ลวดเขี่ยเชื้อเขี่ยชิ้นวุ้นออก ใช้ปิเปตดูดสารทดสอบปริมาตร 100 ไมโครลิตร หยอดลงในหลุมที่เจาะไว้ นำจานเพาะเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตรวจผล

เมื่อทำการบ่มจนครบระยะเวลาทำการตรวจผลโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณการยับยั้ง รายงานผล

เอกสารอ้างอิง

Jahangirian, H., M.J. Haron, M.H. Shah, Y. Abdollahi, M. Rezayi และ N. Vafaei. 2013. Well diffusion method for evaluation of antibacterial activity of copper phenyl fatty hydroxamate synthesized from canola and palm kernel oils. Digest J. Nanomat. Biostructures. 8: 1263-1270.

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

Accreditation No. 1051147

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 23 มีนาคม 2563
เลขที่รายงาน TRBK63/10458
หน้า 01/03
ชื่อและที่อยู่ลูกค้า นายพงศ์ศุระ ธัญญะเจริญอนุกูล
32/138 หมู่ 6 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
รายละเอียดตัวอย่าง (ข้อมูลจากลูกค้า) ไอเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน
รหัสตัวอย่าง BK63/03979-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : ไอเกิร์ตเยลลี่แก่นตะวัน
ภาชนะบรรจุ : กล่องพลาสติก, จำนวน : 1 กล่อง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 1 กิโลกรัม.
อุณหภูมิ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง 02 มีนาคม 2563
วันที่ทดสอบ 03 มีนาคม 2563 - 23 มีนาคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ต่อ 100 กรัม	ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	%RDI	วิธีทดสอบอ้างอิง
พลังงานทั้งหมด(กิโลแคลอรี)	98.45	140	-	In-house method TE-CH-169 based on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
พลังงานจากไขมัน(กิโลแคลอรี)	23.85	30	-	In-house method TE-CH-169 based on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
ไขมันทั้งหมด (ก.) *	2.65	3.5	5	In-house method based on AOAC (2019) 989.05
ไขมันอิ่มตัว (ก.)	1.70	2.5	12	In-house method TE-CH-208 based on AOAC (2019) 996.06
โคเลสเตอรอล (มก.)	8.07	10	3	In-house method based on TE-CH-143 based on AOAC (2019) 994.10
โปรตีน (ก.) (%N x 6.25) *	2.72	4	-	AOAC (2019) 981.10
คาร์โบไฮเดรต (ก.)	15.93	22	7	In-house method TE-CH-169 based on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
ใยอาหาร (ก.)	0.71	น้อยกว่า 1	4	In-house method TE-CH-036 based on AOAC (2019) 985.29
น้ำตาล (ก.)	12.34	17	-	In-house method TE-CH-034 based on AOAC (2019) 906.03
โซเดียม (มก.)	46.52	65	3	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019), 984.27 by ICP-OES
วิตามินเอ (มคก.)	27.90	(37.66)	4	In-house method TE-CH-024 based on AOAC (2019) 992.06
วิตามินบี 1 (มก.)	0.050	(0.07)	4	In-house method TE-CH-057 based on AOAC (2019) 942.23
วิตามินบี 2 (มก.)	0.094	(0.13)	8	In-house method TE-CH-057 based on J. Agric. Food Chemistry (1984), 32
แคลเซียม (มก.)	93.58	(126.33)	15	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019), 984.27 by ICP-OES
เหล็ก (มก.)	0.87	(1.17)	8	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2019), 999.10 by ICP-OES
เถ้า (ก.) *	1.16	-	-	AOAC (2019) 920.153
ความชื้น (ก.) *	77.54	-	-	AOAC (2019) 925.45 A

หมายเหตุ: * : รายการทดสอบนอกขอบข่ายการรับรองของสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

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

Accreditation No. 1051/47

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 23 มีนาคม 2563
เลขที่รายงาน TRBK63/10458
หน้า 02/03

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 กระปุก (135 กรัม)
จำนวนหน่วยบริโภคต่อ ซอง : 1

คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค
พลังงานทั้งหมด 140 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 30 กิโลแคลอรี)

	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *
ไขมันทั้งหมด 3.5 ก.	5%
ไขมันอิ่มตัว 2.5 ก.	12%
โคเลสเตอรอล 10 มก.	3%
โปรตีน 4 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 22 ก.	7%
ใยอาหาร น้อยกว่า 1 ก.	4%
น้ำตาล 17 ก.	
โซเดียม 65 มก.	3%

ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน *			
วิตามินเอ	4%	วิตามินบี 1	4%
วิตามินบี 2	8%	แคลเซียม	15%
เหล็ก	8%		

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

ความต้องการพลังงานของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ผู้ที่ต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้

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

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

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-032-R03(10/03/63)P2/3

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4995, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Accreditation No. 1051/47

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 23 มีนาคม 2563
เอชที่รายงาน TRBK63/10458
หน้า 03/03

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ซอง

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
140 กิโลแคลอรี	17 กรัม	3.5 กรัม	65 มิลลิกรัม
*7%	*26%	*5%	*3%

*** คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน**

~End of Report~

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

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

ภาคผนวก ง
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม และการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ ๓๕๒) พ.ศ.๒๕๕๖
เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องผลิตภัณฑ์ของนม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖(๓)(๔)(๕)(๖)(๗)(๙) และ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.๒๕๒๒ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และ มาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๖๗) พ.ศ.๒๕๔๕ เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม ลงวันที่ ๑๙ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๔๕

ข้อ ๒ ให้ผลิตภัณฑ์ของนมเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ ๓ ผลิตภัณฑ์ของนม หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำนมโค นอกเหนือจากนมโค นมปรุงแต่ง นมเปรี้ยว นมดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก ไอศกรีม ครีม เนยใสหรือกี เนยแข็ง เนย น้ำมันเนยและผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้แล้วโดยเฉพาะ

ข้อ ๔ ผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลว ต้องผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้ออย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑) พาสเจอร์ไรส์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน ๑๐๐ องศาเซลเซียส โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(๑.๑) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๖๓ องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า ๓๐ นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ ๕ องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า หรือ

(๑.๒) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๗๒ องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า ๑๕ วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ ๕ องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

(๒) สเตอริไลส์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๑๐๐ องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย

(๓) ยู เอช ที หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๑๓๓ องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า ๑ วินาที แล้วบรรจุในภาชนะและในสภาวะที่ปราศจากเชื้อ ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย

(๔) กรรมวิธีอย่างอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่ากรรมวิธีตาม (๑) (๒) หรือ (๓) โดยได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ ๕ ผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน ๘ องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคต้องไม่เกิน ๑๐ วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะบรรจุพร้อมจำหน่าย

กรณีที่จะแสดงระยะเวลาการบริโภคเกินกว่าที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง ต้องมีมาตรการในการควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ตลอดระยะเวลาตั้งแต่หลังการบรรจุถึงการจำหน่ายถึงผู้บริโภคเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ ๖ ผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อตามข้อ ๔(๒) หรือ (๓) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติในระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๕ วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะก่อนออกจำหน่าย เพื่อตรวจสอบว่ายังคงมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กำหนดและไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิมที่ทำขึ้น

ข้อ ๗ ผลิตภัณฑ์ของนม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) มีกลิ่น รส ตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ของนมนั้น

(๒) มีเนื้อนมทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘ ของน้ำหนัก สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลว หรือไม่น้อยกว่าร้อยละ ๖๕ ของน้ำหนัก สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมชนิดแห้ง

(๓) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(๔) ไม่มีสารที่อาจเป็นพิษ สารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ และสารปนเปื้อนในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารตกค้างจากยาฆ่าแมลง สารปฏิชีวนะ แอฟลาทอกซิน เป็นต้น

(๕) ตรวจพบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ ๑ มิลลิลิตร ได้ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ณ แหล่งผลิต และไม่เกิน ๕๐,๐๐๐ ตลอดระยะเวลาเมื่อออกจากแหล่งผลิตจนถึงวันหมดอายุการบริโภคที่ระบุบนฉลาก

(๖) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน ๑๐๐ ในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ ๑ มิลลิลิตร ณ แหล่งผลิต

(๗) ตรวจไม่พบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์และผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธี ยู เอช ที ๐.๑ มิลลิลิตร

(๘) ตรวจพบแบคทีเรียได้ไม่เกิน ๑๐๐,๐๐๐ ในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดแห้ง ๑ กรัม

ข้อ ๘ การใช้ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ของนม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ ๙ การผลิตผลิตภัณฑ์ของนมถ้าจำเป็นต้องใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ ๑๐ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ของนมเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณีดังนี้

(๑) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมที่มิใช่ผลิตภัณฑ์ของนมพาสเจอร์ไรส์ หรือ

(๒) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมพาสเจอร์ไรส์ หรือ

(๓) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรดสำหรับผลิตภัณฑ์ของนมในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ ๑๑ การแสดงฉลากของผลิตภัณฑ์ของนม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ ๑๒ ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าผลิตภัณฑ์ของนมที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ ๒๖๗) พ.ศ.๒๕๔๕ เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม ลงวันที่ ๑๙ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๔๕ ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ ๑๓ ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ มิถุนายน พ.ศ.๒๕๕๖

ประดิษฐ สินธวณรงค์
(นายประดิษฐ สินธวณรงค์)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม ๑๓๐ ตอนพิเศษ ๘๗ ง ลงวันที่๒๔ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๖)

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกให้เป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัยต่อการบริโภค

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (3)(4)(5) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิ และเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ในประกาศนี้

"*จุลินทรีย์โพรไบโอติก (Probiotic)*" หมายความว่า จุลินทรีย์ที่มีชีวิตซึ่งเมื่อ ร่างกายได้รับในปริมาณที่เพียงพอจะทำให้เกิดผลที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ทั้งนี้ไม่รวมถึง

(1) จุลินทรีย์ ที่ใช้เป็นสารชีวบำบัด (biotherapeutic agents)

(2) จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (beneficial microorganisms) ที่ไม่ใช้ในอาหาร

(3) จุลินทรีย์ที่ได้จากการดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Microorganism, GMM)

(4) จุลินทรีย์ บักเตรี แบคทีเรีย หรือยีสต์ ตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ดังต่อไปนี้

(4.1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ.2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ.2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 301) พ.ศ.2549 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) ลงวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2549

(4.2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 156 (พ.ศ.2537) เรื่อง นมดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก ลงวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ.2537

(4.3) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 157 (พ.ศ.2537) เรื่อง อาหารทารกและอาหารสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก ลงวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2537

(4.4) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 158 (พ.ศ.2537) เรื่อง อาหารเสริมสำหรับทารกและเด็กเล็ก ลงวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2537

(4.5) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 266) พ.ศ.2545 เรื่อง นมปรุงแต่ง ลงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2545

(4.6) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 267) พ.ศ.2545 เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม ลงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2545

(5) จุลินทรีย์ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศฉบับนี้ ที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นตามความจำเป็นในกระบวนการผลิตอาหารและได้ปฏิบัติตามประกาศว่าด้วยเรื่องนั้นๆ แล้ว

"*การกล่าวอ้างทางสุขภาพ (Health Claim)*" หมายความว่า การแสดงรูป รูปภาพ รอยประดิษฐ์ เครื่องหมาย เครื่องหมายการค้า หรือข้อความใดๆ บนฉลาก ที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ส่วนประกอบของอาหาร หรือสารอาหารซึ่งเกี่ยวข้องกับสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม แบ่งเป็น ๓ ลักษณะ ได้แก่

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

(2) การกล่าวอ้างหน้าที่อื่น (Other function claim) หมายความว่า การแสดงสรรพคุณ หรือคุณประโยชน์นอกเหนือจาก (1) ของอาหารหรือส่วนประกอบของอาหารที่มีผลในทางเสริมสุขภาพอย่างเฉพาะเจาะจง (specific beneficial effects) หรือช่วยในการกระทำหน้าที่ให้ดียิ่งขึ้น (improvement of function) เช่น การกล่าวอ้างหน้าที่ส่วนประกอบของอาหารที่มีผลช่วยกระตุ้นการดูดซึมแคลเซียม

(3) การกล่าวอ้างการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค (Reduction of disease risk claim) หมายความว่า การแสดงสรรพคุณ คุณประโยชน์ของอาหาร หรือส่วนประกอบของอาหาร ที่มีผลในการลดความเสี่ยงของการเกิดโรค อาการ หรือสภาวะใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ (health-related condition) โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงปัจจัยเสี่ยงหลัก (major risk factor) สำหรับโรคนั้นๆ อย่างมีนัยสำคัญ เช่น การกล่าวอ้างว่าอาหารที่มีแคลเซียมสูงมีผลช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรค กระดูกพรุน

ข้อ 2 อาหารที่มีการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกต้องได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และต้องใช้จุลินทรีย์ตามที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศฉบับนี้ และมีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ คงเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 10^6 CFU ต่ออาหาร 1กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้น

การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศฉบับนี้ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าต้องส่งมอบหลักฐานแสดงผลการประเมินความปลอดภัย และคุณสมบัติการเป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติก ตามหลักการใน Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, ปี ค.ศ. 2002 พร้อมรายละเอียดข้อมูลประกอบการยื่นขออนุญาต ดังนี้

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

(2) การทดสอบคุณสมบัติการเป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติก ดังนี้

(2.1) การทนต่อสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร (resistance to gastric acidity)

(2.2) การทนต่อสภาวะของเกลือน้ำดี (bile salt resistance)

(2.3) ความสามารถในการเกาะติดกับเยื่อมูก หรือ เซลล์ผิวเยื่อบุของมนุษย์หรือเซลล์ไลน์ (adherence to mucus and/or human epithelial cells and cell line)

(2.4) ฤทธิ์ของเอนไซม์ไฮโดรเลสในการย่อยเกลือน้ำดี (bile salt hydrolase activity) และ

(2.5) คุณสมบัติอื่นๆ (ถ้ามี) แล้วแต่กรณี

(3) การประเมินความปลอดภัยของจุลินทรีย์โพรไบโอติกต่อมนุษย์ โดยการทดสอบ นอกกาย (in vitro) หรือในสัตว์ (in vivo) และการศึกษาในมนุษย์ เพื่อประเมินความปลอดภัย และ ปฏิกิริยาของร่างกายต่อจุลินทรีย์โพรไบโอติก ดังนี้

(3.1) การดื้อต่อสารปฏิชีวนะ

(3.2) การประเมินฤทธิ์ทางเมแทบอลิก เช่น การผลิตดี-แลกเทต (D-lactate) หรือการสลายเกลือน้ำดี เป็นต้น

(3.3) การประเมินผลข้างเคียงระหว่างการศึกษาในมนุษย์

(3.4) การเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาของอุบัติการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ในผู้บริโภค หลังออกจำหน่ายในท้องตลาด

(3.5) การสร้างสารพิษ กรณีที่สายพันธุ์ที่ประเมินนั้นเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่มีการผลิตสารพิษ และ

(3.6) ฤทธิ์ทางฮีโมไลติก กรณีที่สายพันธุ์ที่ประเมินนั้นอยู่ในกลุ่มของจุลินทรีย์ชนิดที่มีโอกาสทำให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง

ในกรณีที่มีการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกตามวรรคหนึ่งมากกว่าหนึ่งชนิด ปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ของแต่ละชนิด ต้องคงเหลืออยู่ไม่น้อยกว่า 10^6 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหารนั้นด้วย[1]

ข้อ 3 การกล่าวอ้างทางสุขภาพสำหรับการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหารต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไข ดังนี้

(1) ผู้ผลิต หรือผู้นำเข้าต้องแจ้งรายละเอียดของอาหารและส่วนประกอบของ อาหารในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกล่าวอ้างนั้นให้ครบถ้วนและเพียงพอ และต้องส่งมอบผลการศึกษา ในมนุษย์ อย่างน้อยจากสองสถาบัน เพื่อประกอบการพิจารณาประสิทธิผลของจุลินทรีย์โพรไบโอติก ต่อสุขภาพ ดังนี้

(1.1) การศึกษาในมนุษย์ที่มีการออกแบบอย่างดี (well design human intervention study) หรือ

(1.2) การศึกษาในมนุษย์ที่มีการออกแบบอื่นๆ ที่เหมาะสมโดยมีจำนวนตัวอย่างและผลการศึกษาเบื้องต้นที่เพียงพอที่จะพิจารณาประสิทธิผลของสายพันธุ์หรืออาหาร

การออกแบบการศึกษาในมนุษย์ตามข้อ (1.1) และข้อ (1.2) ต้องมีการออกแบบการศึกษาที่คำนึงถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

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

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

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

---

[1] ความในวรรคสองของข้อ 2 ของข้อ 9/1 ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร ลงวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2554 ถูกเพิ่มเติม โดยข้อ 1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 346) พ.ศ. 2556 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (129 ร.จ. ตอนที่ 189 ง. (ฉบับพิเศษ แผนการเงินจรา) ลงวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ.2555) และใช้ข้อความใหม่แทนแล้ว

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

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

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

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

ผลการศึกษาตามข้อ (1.1) และข้อ (1.2) ดังกล่าว อย่างน้อยต้องระบุตัวแปร หรือปัจจัยที่กำหนด (parameter) ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชนิดและประเภทของอาหาร ขนาดหน่วยบริโภค ปริมาณของจุลินทรีย์โพรไบโอติก และระยะเวลาที่ทำให้เกิดผลตามความมุ่งหมายในการใช้ กรณีที่ผลการศึกษานั้นไม่สามารถวัดจุดสิ้นสุด (endpoint) โดยตรงได้ เนื่องจากผลกระทบต่อสุขภาพหรือ ประโยชน์หลักที่ต้องใช้เวลาเนิ่นนานจึงจะปรากฏให้เห็น ความเป็นไปได้หรือประเด็นทางจริยธรรม และข้อจำกัดทางทรัพยากร เช่น ค่าตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าใช้จ่ายสูง อาจใช้ตัวชี้วัด (markers) ที่เหมาะสมแทน โดยตัวชี้วัดดังกล่าวต้องมีความถูกต้องทางชีวภาพซึ่งสัมพันธ์ต่อผลลัพธ์สุดท้ายและความแปรผันภายในประชากรกลุ่มเป้าหมาย และต้องมีความถูกต้องทางวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะ ของตัวชี้วัดนั้น

(2) การกล่าวอ้างทางสุขภาพต้องพิสูจน์ได้ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึงความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลและหลักฐานที่มีน้ำหนักเพียงพอในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

(2.1) ผลที่ได้สอดคล้องกับผลจากหลักฐานหรือวิธีการอื่น

(2.2) ความถูกต้องตามวิธีการด้านเทคโนโลยีการอาหาร

(2.3) การเก็บตัวอย่างเป็นแบบสุ่มเลือก

(2.4) ความสัมพันธ์ด้านการตอบสนองระหว่างปริมาณอาหารหรือส่วนประกอบของอาหาร และผลทางสุขภาพที่เกี่ยวข้อง

(2.5) ความเป็นไปได้ทางชีวภาพ

(3) เงื่อนไขการแสดงการกล่าวอ้างทางสุขภาพบนฉลาก ต้องเป็นดังนี้

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

(3.1) ข้อความว่า "ผลิตภัณฑ์นี้ไม่ใช้สำหรับรักษา บำบัด บรรเทา หรือป้องกันโรค"

(3.2) สกุล(Genus) ชนิด (Species) และสายพันธุ์ (Strain) (ถ้ามี) ของจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เป็นส่วนผสม[2]

(3.3) ปริมาณและช่วงระยะเวลาที่แนะนำให้บริโภคซึ่งให้ผลต่อสุขภาพตามกล่าวอ้าง

(3.4) ข้อความการกล่าวอ้างทางสุขภาพ [2]

(3.5) ข้อแนะนำการใช้ และสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม

(3.6) ช่องทางสำหรับให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภค เช่น สถานที่ติดต่อ หมายเลขโทรศัพท์ หรือเว็บไซต์

ข้อ 4 การแสดงฉลากของอาหารที่มีจุลินทรีย์โพรไบโอติกให้เป็นไปตาม

(1) ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

(2) ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลากโฆษนาการ

(3) ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องของอาหารนั้น

ข้อ 5 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าอาหารตามข้อ 2 อยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ปฏิบัติให้เป็นไปตามประกาศฉบับนี้ภายในหนึ่งปีนับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ และให้ใช้ฉลากเดิมที่เหลืออยู่ต่อไปได้ แต่ไม่เกินหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ

ข้อ 6 ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ.2554

จุรินทร์ ลักษณวิศิษฏ์

(นายจุรินทร์ ลักษณวิศิษฏ์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 86 ง ลงวันที่ 3 สิงหาคม 2554)

---

[2] ความในข้อ 3 (3.2) และความใน ข้อ 3(3.4) ของข้อ 3 (3) ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร ลงในที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2554 ถูกยกเลิกโดยข้อ 2 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 346) พ.ศ. 2556 เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร (129 ร.จ. ตอนที่ 189 ง. (ฉบับพิเศษ ผนวกราชกิจจา) ลงวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ.2556) และใช้ข้อความใหม่แทนแล้ว

บัญชีรายชื่อเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติกสำหรับใช้ในอาหาร

แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

๑.	บาซิลลัส โคแอกกูแลน	*Bacillus coagulans*
๒.	บิฟิโดแบคทีเรียม อะโดเลสเซนทิส	*Bifidibacterium adolescentis*
๓.	บิฟิโดแบคทีเรียม อะนิมอลิส	*Bifidobacterium animalis*
๔.	บิฟิโดแบคทีเรียม บิฟิดัม	*Bifidobacterium bifidum*
๕.	บิฟิโดแบคทีเรียม เบรเว	*Bifidobacterium breve*
๖.	บิฟิโดแบคทีเรียม อินฟานทิส	*Bifidobacterium infantis*
๗.	บิฟิโดแบคทีเรียม แล็กทิส	*Bifidobacterium lactis*
๘.	บิฟิโดแบคทีเรียม ลองกัม	*Bifidobacterium longum*
๙.	บิฟิโดแบคทีเรียม ซูโดลองกัม	*Bifidobacterium pseudolongum*
๑๐.	เอ็นเทอโรค็อกคัส ดูแรน	*Enterococcus durans*
๑๑.	เอ็นเทอโรค็อกคัส เฟเซียม	*Enterococcus faecium*
๑๒.	แล็กโทบาซิลลัส แอซิโดฟิลัส	*Lactobacillus acidophilus*
๑๓.	แล็กโทบาซิลลัส คริสปาทัส	*Lactobacillus crispatus*
๑๔.	แล็กโทบาซิลลัส แก๊สเซอรี	*Lactobacillus gasseri*
๑๕.	แล็กโทบาซิลลัส จอห์นโซนอิ	*Lactobacillus johnsonii*
๑๖.	แล็กโทบาซิลลัส พาราคาเซอิ	*Lactobacillus paracasei*
๑๗.	แล็กโทบาซิลลัส รียูเทอรี	*Lactobacillus reuteri*
๑๘.	แล็กโทบาซิลลัส รามโนซัส	*Lactobacillus rhamnosus*
๑๙.	แล็กโทบาซิลลัส ซาลิวาเรียส	*Lactobacillus salivarius*
๒๐.	แล็กโทบาซิลลัส ซีอี	*Lactobacillus zeae*
๒๑.	โพรพิโอนิแบคทีเรียม อะราไบโนซัม	*Propionibacterium arabinosum*
๒๒.	สแตปฟิโลคอคคัส ไซน์ยูรี	*Staphylococcus sciuri*
๒๓.	แซ็กคาโรไมซีส เซรีวิซิอี สับสปีชีย์ บัวลาดิอิ	*Saccharomyces cerevisiae subsp. Boulardii*

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

ภาคผนวก จ
แบบตอบรับผลงานการเผยแพร่วิจัย

มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
NORTH BANGKOK UNIVERSITY

ที่ มนก.ว. 36/1282

23 ธันวาคม 2562

เรื่อง ตอบรับบทความ

เรียน คุณ พงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล

ตามที่ท่านส่งบทความจากงานวิจัย เรื่อง "การศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก" (รหัสบทความ T0006) เพื่อพิจารณานำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ประจำปี 2563"การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เข้าสู่เศรษฐกิจ และสังคมดิจิทัล"

บัดนี้ บทความของท่านได้ผ่านกระบวนการพิจารณากลั่นกรองเรียบร้อยแล้ว เห็นสมควรตอบรับบทความเพื่อเข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการฯ ในวันศุกร์ที่ 27 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต และให้ท่านดำเนินการแก้ไขบทความตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาบทความต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.สิทธิพร ประวัติรุ่งเรือง)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

สำนักวิจัย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
ผู้ประสานงาน : อ.ยุวดี ชูจิตต์ /อ.นิษรา พรสุริวงษ์
โทรศัพท์ : 0-2972-7200 ต่อ 332 , 095 -2265753
E-mail : nbu.conference2019@northbkk.ac.th

เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

ผลงานวิจัยเรื่อง

การศึกษาปริมาณน้ำตาลและหัวเชื้อผสมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตโพรไบโอติก

โดย พงศ์ศุระ รัญญเจริญอนุกูล, อรวัลก์ อุปถัมภานนท์, พิมพ์สิริ สุวรรณ

ได้เข้าร่วมนำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ ประจำปี ๒๕๖๓

ณ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ วันที่ ๒๗ มีนาคม ๒๕๖๓

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ ประวัติรุ่งเรือง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายพงศ์สุระ ธัญญเจริญอนุกูล
วัน เดือน ปีเกิด	19 มีนาคม 2535
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 32/138 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
การศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา แผนกอาหารและโภชนาการ พ.ศ. 2550 – 2552
	ปริญญาตรี คณะโรงเรียนการเรือน สาขาอุตสาหกรรมอาหารและการบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พ.ศ. 2553 – 2556
การทำงาน	พ่อครัวอาหารยุโรป โรงแรม Marriot New Orleans U.S.A. พ.ศ. 2556 – 2557
	ผู้ช่วยผู้จัดการร้านอาหาร Burger King พ.ศ. 2557 – 2558
	ผู้จัดการร้านอาหารข้าวหมกไก่ธัญญะ พ.ศ. 2558 – 2559
	พ่อครัวอาหารยุโรป สนามกอล์ฟ The Royal Gems Golf City พ.ศ. 2559 – 2561
เบอร์โทรศัพท์	098-198-9862
อีเมล์	Sorawit_t@mail.rmutt.ac.th