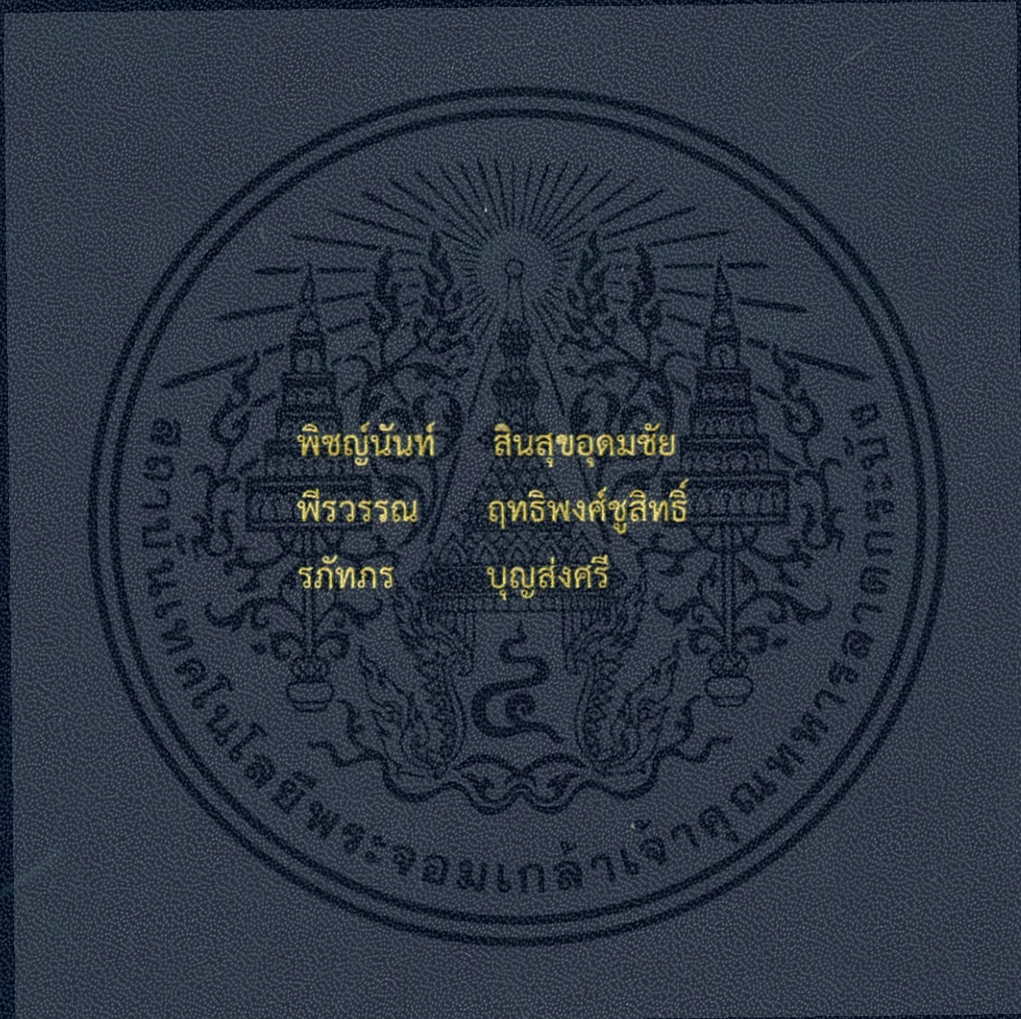


โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ผสมแก่นตะวันเพื่อเพิ่มใยอาหาร

YOGURT SMOOTHIES POWDER FORTIFIED
WITH JERUSALEM ARTICHOKE TO INCREASE FIBER



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

YOGURT SMOOTHIES POWDER FORTIFIED
WITH JERUSALEM ARTICHOKE TO INCREASE FIBER



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN INDUSTRIAL MICROBIOLOGY
DEPARTMENT OF BIOLOGY
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ผสมแก่นตะวันเพื่อเพิ่มใยอาหาร
 Yogurt smoothies powder fortified with Jerusalem artichoke
 to increase fiber

ชื่อนักศึกษา นางสาวพิชญ์นันท์ สีนสุขอุดมชัย รหัสนักศึกษา 54051242
 นางสาวพีรวรรณ ฤทธิพงศ์ชูสิทธิ์ รหัสนักศึกษา 54051243
 นางสาวรภัทรา บุญส่งศรี รหัสนักศึกษา 54051258

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
 ภาควิชา ชีววิทยา
 ปีการศึกษา 2557
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลินจง สุขล้าภู

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
 โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยา
 อุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ		ลายมือชื่อ	
รศ. สุขใจ	ชูจันทร์ ประธานกรรมการ	สุขใจ	ชูจันทร์
ดร. วรภัทร์	สงวนไขยไผ่วงศ์ กรรมการ	อรภัทร์	สงวนไขยไผ่วงศ์
ผศ. ลินจง	สุขล้าภู กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ลินจง	สุขล้าภู

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ผสมแกนตะวันเพื่อเพิ่มใยอาหาร
ชื่อนักศึกษา นางสาวพิชญ์นันท์ ลินสุขอุดมชัย รหัสนักศึกษา 54051242
นางสาวพีรวรรณ ฤทธิพงษ์ชูสิทธิ์ รหัสนักศึกษา 54051243
นางสาวรภัทรา บุญสงศรี รหัสนักศึกษา 54051258
ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา ชีววิทยา
ปีการศึกษา 2557
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลินจง สุขลำภู

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ผสมแกนตะวันเพื่อเพิ่มใยอาหาร จากการศึกษาวิธีการเตรียมผงแกนตะวันที่เหมาะสมพบว่า การนำหัวแกนตะวันสดมาผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เป็นวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งผงแกนตะวันที่ได้มีความขาว และมีปริมาณอินนูลินสูง และเมื่อนำผงแกนตะวันมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต โดยแปรปริมาณของผงแกนตะวันเป็นร้อยละ 0 3 6 และ 9 พบว่าโยเกิร์ตที่เติมผงแกนตะวันปริมาณร้อยละ 3 มีการเจริญของเชื้อแบคทีเรียโพรไบโอติกสูงที่สุด และมีปริมาณกรดแลคติกสูง จากนั้นนำโยเกิร์ตที่ผสมผงแกนตะวันปริมาณร้อยละ 3 มาเตรียมเป็นโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า คุณภาพทางเคมี ค่าสี และการละลายของโยเกิร์ตสมูทตี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่การรอดชีวิตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกมีปริมาณลดลงเล็กน้อย

คำสำคัญ : การทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศ โพรไบโอติก โยเกิร์ตสมูทตี้ วุ้นแกนตะวัน

Title	Yogurt Smoothies Powder Fortified With Jerusalem Artichoke To Increase Fiber		
Students	Miss Pitchanun Sinsukudomchai	Student ID 54051242	
	Miss Pearawan Rittipongchusit	Student ID 54051243	
	Miss Raphatpron Bunsongsri	Student ID 54051258	
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)		
Department	Biology		
Academic Year	2014		
Advisor	Asst. Prof. Linchong Suklumpoo		

Abstract

This special project aimed to develop yogurt smoothies powder mixed with Jerusalem artichoke to increase fiber. The optimum preparation of Jerusalem artichoke powder was studied and the analysis showed that Jerusalem artichoke powder dried by hot air at 45 °c for 48 hours was the suitable approach. The obtained powders were whiteness and had high inulin contents. The suitable amount of powder to add in the yogurt was studied and varied at 0, 3, 6, and 9 percent. The yogurt added with 3 percent of Jerusalem artichoke was found to have the highest microbial growth and high lactic acid. Then, the yogurt added with 3 percent of Jerusalem artichoke was prepared for yogurt smoothies powder and studied for the quality changes during storage at room temperature for 3 weeks. The results found that there are no changing in chemical qualities, color value and redissolving of yoghurt smooties but, the survival of probiotic culture was slightly decrease.

Keywords: Freeze-dried, Probiotic, Yogurt smoothies, Jerusalem artichoke

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตในวิชาโครงการพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งคณะผู้จัดทำโครงการพิเศษนี้ ขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือให้โครงการพิเศษสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ลินจง สุขล้าภู อาจารย์ที่ปรึกษาของคณะผู้จัดทำ ที่กรุณามอบคำแนะนำ คำชี้แนะ และให้การช่วยเหลือในทุกเรื่องตลอดระยะเวลาที่ได้ทำโครงการพิเศษ ซึ่งนอกจากเรื่องของงานแล้ว อาจารย์ยังได้มอบความเมตตาและความเอาใจใส่ในคณะผู้จัดทำเป็นอย่างดี ทำให้นักศึกษาได้รับทั้งความรู้ ประสบการณ์การทำงาน ความเข้าใจ และความอบอุ่นตลอดระยะเวลาการทำโครงการพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.สุขใจ ชูจันทร์ ประธานกรรมการ และ ดร.วรภัทร์ สงวนไชยผ่องศรี กรรมการ ที่ให้ความกรุณาในการตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำ เพื่อให้โครงการพิเศษนี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์ในภาควิชาชีววิทยาที่ประสิทธิ์ประสาทวิชามาตลอดระยะเวลา 4 ปี และมอบความเมตตาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องธุรการ ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิทยาทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการทำงาน คอยให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาเมื่อคณะผู้จัดทำประสบปัญหา ไม่ว่าจะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของคณะ หรือเป็นการทำงานโครงการพิเศษของคณะผู้จัดทำ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้การช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ตรวจทานงานต่างๆ ที่สำคัญคือมิตรภาพ กำลังใจ และการช่วยเหลือที่ดีเสมอมา

และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของคณะผู้จัดทำ ที่เป็นทุกๆ อย่าง เป็นทั้งที่ปรึกษาและกำลังใจ ทำให้คณะผู้จัดทำมีกำลังใจในการทำงานและผ่านอุปสรรคต่างๆ

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการพิเศษฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์และแนวทางการศึกษาสำหรับผู้สนใจหรือผู้ที่ต้องการค้นคว้างานทางด้านนี้ไม่มากนักน้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขออภัย ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวพิชญ์นันท์ สิ้นสุขอุดมชัย

นางสาวพีรวรรณ ฤทธิพงษ์ชูสิทธิ์

นางสาวรภัทร บุญสงศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เส้นใยอาหาร	4
2.1.1 ประเภทของเส้นใย	4
2.1.2 ประโยชน์ของเส้นใย	5
2.2 วานแกันตะวันออก	7
2.2.1 ประโยชน์ของแกันตะวันออก	10
2.2.2 สรรพคุณของแกันตะวันออก	12
2.3 โยเกิร์ต	13
2.3.1 แบคทีเรียโพรไบโอติก	13
2.3.2 ประโยชน์ของโพรไบโอติก	18
2.3.3 โพรไบโอติก	18
2.3.4 ประโยชน์ของโยเกิร์ตต่อสุขภาพ	19
2.3.5 โยเกิร์ตสมุนไพร	19
2.4 กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	20
2.4.1 หลักพื้นฐานของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	21
2.4.2 คุณลักษณะของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	22
2.4.3 ขั้นตอนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 ผงโยเกิร์ต	24
2.4.5 การบรรจุผลิตภัณฑ์ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	24
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	30
3.1 วัตถุประสงค์	30
3.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	30
3.3 อุปกรณ์	30
3.4 วิธีการทดลอง	31
3.4.1 การเตรียมผงแก่นตะวัน	31
3.4.2 การศึกษาปริมาณผงแก่นตะวันที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต	32
3.4.2.1 การเตรียมหัวเชื้อโพรไบโอติก	32
3.4.2.2 การเตรียมโยเกิร์ต	32
3.4.3 การผลิตโยเกิร์ตผสมนมที่ผสมโยอาหารจากแก่นตะวัน	34
3.4.4 การผลิตโยเกิร์ตผสมนมที่ขึ้นชนิดผง	34
3.4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตผสมนมที่ขึ้นชนิดผงในระหว่างการเก็บรักษา	35
3.4.6 การตรวจสอบคุณภาพ	36
3.4.6.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี	36
3.4.6.2 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ	36
3.4.6.3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	36
3.4.6.4 การวิเคราะห์ปริมาณอินนูลิน	37
3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	37
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปราย	38
4.1 การตรวจสอบคุณภาพผงแก่นตะวัน	38
4.2 การศึกษาปริมาณผงแก่นตะวันที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต	41
4.2.1 การตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก	41
4.2.2 การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก	44
4.2.3 การวัดค่าความเป็นกรด - ต่าง	46
4.2.4 การวัดปริมาณของแข็งละลายได้	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทต์ชนิดผงในระหว่างการผลิต	52
4.4 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสมูทต์	54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	56
5.1 การสรุปผลการวิจัย	56
5.2 ข้อเสนอแนะ	56
เอกสารอ้างอิง	57
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก	62
ภาคผนวก ข	63
ภาคผนวก ค	70
ภาคผนวก ง	71
ภาคผนวก จ	74
ภาคผนวก ฉ	94



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1. คุณค่าทางโภชนาการของแก่นตะวันดิบต่อ 100 กรัม	11
4.1. แสดงค่าการตรวจสอบคุณภาพโยอาหารจากผงแก่นตะวัน	40
4.2. การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกของโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวัน ในระหว่างการหมัก เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง	43
4.3. ปริมาณกรดแลคติกที่ของโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวัน ในระหว่างการหมัก เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง	45
4.4. การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด - ด่างในระหว่างการหมัก เป็น ระยะเวลา 24 ชั่วโมง	48
4.5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งละลายได้ในระหว่างการหมัก เป็น ระยะเวลา 24 ชั่วโมง	50
4.6. ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ไม่ เติมผงแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	53
4.7. ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่เติม ผงแก่นตะวันร้อยละ 3 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	54
จ-1 ผลได้ของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการอบแห้ง	74
จ-2 ค่าสีของผงแก่นตะวันที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดค่าสี Minolta รุ่น CR-300	74
จ-3 ปริมาณความชื้นของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)	75
จ-4 ปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)	75
จ-5 ปริมาณไขมันของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)	76
จ-6 ปริมาณเยื่อใยหยาบของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)	76
จ-7 ปริมาณเถ้าทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)	77
จ-8 ปริมาณของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)	77
จ-9 ปริมาณของเชื้อปนเปื้อนที่ตรวจพบในผงแก่นตะวัน	78
จ-10 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยวิธี DNS method	78
จ-11 น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัมต่อลิตร) ที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ-12 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยวิธี Phenol-sulfuric acid method	79
จ-13 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน	80
จ-14 ปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน	80
จ-15 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง	81
จ-16 ค่าความเป็นกรด - ต่างในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง	82
จ-17 ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง	83
จ-18 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง	84
จ-19 ค่าความเป็นกรด - ต่างในโยเกิร์ตสมุนไพร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์	85
จ-20 ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกในโยเกิร์ตสมุนไพร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์	85
จ-21 ปริมาณเยื่อใยหยาบในโยเกิร์ตสมุนไพร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์	86
จ-22 การตกตะกอนของโยเกิร์ตสมุนไพร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์	86
จ-23 ค่าสีของโยเกิร์ตสมุนไพร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์	87
จ-24 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมุนไพรชนิดผงที่ไม่เติมผงแก่นตะวัน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์	88
จ-25 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมุนไพรชนิดผงที่ไม่เติมผงแก่นตะวัน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)	89
จ-26 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมุนไพรชนิดผงที่ไม่เติมผงแก่นตะวัน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)	90
จ-27 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมุนไพรชนิดผงที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์	91
จ-28 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมุนไพรชนิดผงที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)	92
จ-29 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมุนไพรชนิดผงที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของผลได้ของผงแก่นตะวัน	94
ฉ-2 แสดงค่าความแปรปรวนของผลได้ของผงแก่นตะวัน	94
ฉ-3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของผลได้ของผงแก่นตะวัน	95
ฉ-4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีที่วัดในหน่วย L^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	95
ฉ-5 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีที่วัดในหน่วย L^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	96
ฉ-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีที่วัดในหน่วย L^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	96
ฉ-7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีที่วัดในหน่วย a^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	96
ฉ-8 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีที่วัดในหน่วย a^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	97
ฉ-9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีที่วัดในหน่วย a^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	97
ฉ-10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีที่วัดในหน่วย b^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	97
ฉ-11 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีที่วัดในหน่วย b^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	98
ฉ-12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีที่วัดในหน่วย b^* ที่ได้จากผงแก่นตะวัน	98
ฉ-13 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณความชื้นคิดเป็นน้ำหนักแห้งของผงแก่นตะวัน	98
ฉ-14 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณความชื้นคิดเป็นน้ำหนักแห้งของผงแก่นตะวัน	99
ฉ-15 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณความชื้นคิดเป็นน้ำหนักแห้งของผงแก่นตะวัน	99
ฉ-16 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวัน	100
ฉ-17 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวัน	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณโปรตีนของผง แก่นตะวัน	100
ฉ-19 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณ ไขมันของผงแก่นตะวัน	101
ฉ-20 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณไขมันของผงแก่นตะวัน	101
ฉ-21 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณไขมันของผงแก่น ตะวัน	101
ฉ-22 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณ เยื่อใยหยาบของผงแก่นตะวัน	102
ฉ-23 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยหยาบของผงแก่นตะวัน	102
ฉ-24 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณเยื่อใยหยาบของ ผงแก่นตะวัน	102
ฉ-25 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณ เถ้าทั้งหมดของผงแก่นตะวัน	103
ฉ-26 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณเถ้าทั้งหมดของผงแก่นตะวัน	103
ฉ-27 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณเถ้าทั้งหมดของ ผงแก่นตะวัน	103
ฉ-28 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณ ของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวัน	104
ฉ-29 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวัน	104
ฉ-30 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งทั้งหมด ของผงแก่นตะวัน	104
ฉ-31 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณ อินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน	105
ฉ-32 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน	105
ฉ-33 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ใน ผงแก่นตะวัน	105
ฉ-34 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการ เจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-35 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	106
ฉ-36 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	106
ฉ-37 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3	107
ฉ-38 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3	107
ฉ-39 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3	108
ฉ-40 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	108
ฉ-41 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	109
ฉ-42 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	109
ฉ-43 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	110
ฉ-44 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	110
ฉ-45 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	110
ฉ-46 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	111
ฉ-47 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	111
ฉ-48 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	111
ฉ-49 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-50 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	112
ฉ-51 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	112
ฉ-52 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	113
ฉ-53 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	113
ฉ-54 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	113
ฉ-55 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	114
ฉ-56 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	114
ฉ-57 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	114
ฉ-58 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	115
ฉ-59 แสดงค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	115
ฉ-60 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการเจริญของเชื้อ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	115
ฉ-61 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	116
ฉ-62 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	116
ฉ-63 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	116
ฉ-64 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-65 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 3	117
ฉ-66 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 3	118
ฉ-67 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 6	118
ฉ-68 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 6	119
ฉ-69 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 6	119
ฉ-70 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 9	120
ฉ-71 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 9	120
ฉ-72 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 9	120
ฉ-73 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 12	121
ฉ-74 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 12	121
ฉ-75 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 12	121
ฉ-76 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 15	122
ฉ-77 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 15	122
ฉ-78 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 15	122
ฉ-79 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 18	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-80 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 18	123
ฉ-81 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 18	123
ฉ-82 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 21	124
ฉ-83 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 21	124
ฉ-84 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 21	124
ฉ-85 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 24	125
ฉ-86 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 24	125
ฉ-87 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 24	125
ฉ-88 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 0	126
ฉ-89 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 0	126
ฉ-90 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 0	126
ฉ-91 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 3	127
ฉ-92 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 3	127
ฉ-93 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 3	128
ฉ-94 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมัก ชั่วโมงที่ 6	128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-95 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	129
ฉ-96 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	129
ฉ-97 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	130
ฉ-98 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	130
ฉ-99 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	130
ฉ-100 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	131
ฉ-101 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	131
ฉ-102 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	131
ฉ-103 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	132
ฉ-104 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	132
ฉ-105 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	132
ฉ-106 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	133
ฉ-107 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	133
ฉ-108 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	133
ฉ-109 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	134

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-110 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	134
ฉ-111 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	134
ฉ-112 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	135
ฉ-113 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	135
ฉ-114 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	135
ฉ-115 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	136
ฉ-116 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0	136
ฉ-117 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3	137
ฉ-118 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3	137
ฉ-119 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3	137
ฉ-120 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	138
ฉ-121 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	138
ฉ-122 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6	138
ฉ-123 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	139
ฉ-124 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-125 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9	139
ฉ-126 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	140
ฉ-127 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	140
ฉ-128 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12	140
ฉ-129 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	141
ฉ-130 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	141
ฉ-131 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15	141
ฉ-132 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	142
ฉ-133 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	142
ฉ-134 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18	142
ฉ-135 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	143
ฉ-136 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	143
ฉ-137 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21	143
ฉ-138 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	144
ฉ-139 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	144

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-140 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24	144
ฉ-141 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด – ต่างในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	145
ฉ-142 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด – ต่างในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	146
ฉ-143 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด – ต่างในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	146
ฉ-144 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	147
ฉ-145 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	147
ฉ-146 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	148
ฉ-147 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณเยื่อใยหยาบในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	149
ฉ-148 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยหยาบในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	150
ฉ-149 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณเยื่อใยหยาบในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	150
ฉ-150 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีในหน่วย L^* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	151
ฉ-151 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณค่าสีในหน่วย L^* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	151
ฉ-152 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณค่าสีในหน่วย L^* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	152
ฉ-153 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีในหน่วย a^* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	153
ฉ-154 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณค่าสีในหน่วย a^* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	154

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ-155 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณค่าสีในหน่วย a* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	154
ฉ-156 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีในหน่วย b* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	155
ฉ-157 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณค่าสีในหน่วย b* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	155
ฉ-158 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณค่าสีในหน่วย b* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	156
ฉ-159 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	157
ฉ-160 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	157
ฉ-161 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	158
ฉ-162 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	159
ฉ-163 แสดงค่าความแปรปรวนของการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	159
ฉ-164 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์	160

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1. ดอกของแก่นตะวันและส่วนหัวของแก่นตะวัน	7
2.2. แสดงลักษณะของแบคทีเรีย <i>Lactobacillus acidophilus</i>	16
2.3. แสดงลักษณะของแบคทีเรีย <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	16
2.4. แสดงลักษณะของแบคทีเรีย <i>Lactobacillus casei</i>	17
2.5. แสดงลักษณะของแบคทีเรีย <i>Streptococcus thermophiles</i>	18
2.6. แสดงรูปโยเกิร์ตสมูทตี้	20
2.7. แสดงแผนภูมิสถานะของน้ำบริสุทธิ์	22
2.8. กราฟแสดงขั้นตอนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	24
3.1. แสดงกรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต	33
3.2. แสดงกรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตสมูทตี้	34
3.3. แสดงกรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง	35
4.1. ผงแก่นตะวัน	39
4.2. ลักษณะการเกิดเคิร์ดของโยเกิร์ต	42
4.3. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ต	44
4.4. การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด – ต่าง	47
4.5. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้	51
4.6. โยเกิร์ตสมูทตี้	55
จ-1 กราฟแสดงค่าสารละลายกลูโคสมาตรฐานของวิธี DNS method	79
จ-2 กราฟแสดงค่าสารละลายกลูโคสมาตรฐานของวิธี Phenol-sulfuric acid method	80

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Helianthus tuberosus* เป็นพืชล้มลุกในตระกูลทานตะวัน โดยลักษณะของต้นแก่นตะวันจะสูงประมาณ 1.5 ถึง 2 เมตร มีขนตามใบและก้าน ในส่วนดอกของแก่นตะวันจะมีสีเหลืองคล้ายทานตะวันแต่ขนาดจะเล็กกว่า มีหัวใต้ดินที่ใช้สะสมอาหาร โดยภายในหัวมีส่วนประกอบเป็นน้ำร้อยละ 80 และคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 18 โดยคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่เป็นสารอินนูลิน (inulin) ที่ประกอบไปด้วยน้ำตาลฟรุคโตสโมเลกุลยาว มีค่า DP (Degree of Polymerization) ประมาณ 10 จึงเป็นพืชพรีไบโอติกที่มีใยอาหารสูง (สุจิตตา, 2546)

อินนูลินเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ไม่สามารถย่อยในกระเพาะและลำไส้เล็กได้ ดังนั้นจึงทำให้อยู่ในระบบทางเดินอาหารเป็นเวลานานส่งผลให้ไม่รู้สึกหิว และช่วยในการลดความอ้วน ช่วยในการทำงานของระบบขับถ่าย ป้องกันโรคเบาหวาน ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด กระตุ้นการดูดซึมแร่ธาตุหลายชนิดโดยเฉพาะแคลเซียมและธาตุเหล็ก (Yamashita และคณะ, 1984; Jackson และคณะ, 1998; Kleesen และคณะ, 1997; Honda และคณะ, 2012) จึงทำให้แก่นตะวันถูกนำมาใช้เติมผลิตภัณฑ์อาหารมากมาย เช่น ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารลดน้ำหนัก กาแฟควบคุมน้ำหนัก รวมทั้งผลิตภัณฑ์นมผงดัดแปลงสำหรับทารก เป็นต้น (ศิริพร และคณะ, 2555) นอกจากนี้อินนูลินยังช่วยลดปริมาณแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหาร เช่น โคลิฟอร์ม (coliforms) และ *Escherichia Coli* และยังส่งเสริมการทำงานของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย นั่นคือ บิฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacteria*) ทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (Ramnani และคณะ, 2010)

ในปัจจุบันจึงมีการนำจุลินทรีย์โพรไบโอติกมาเป็นส่วนหนึ่งของอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ซึ่งจะพบได้ในอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น นมเปรี้ยวและโยเกิร์ต เป็นต้น โดยคุณสมบัติของโพรไบโอติกนั้น จะช่วยในการปรับสมดุลของสภาพแวดล้อมในระบบลำไส้ ซึ่งการทำงานที่ดีของโพรไบโอติกนั้น จะมีพรีไบโอติกเข้าช่วยกระตุ้นการทำงาน โดยโพรไบโอติกจะทำงานร่วมกับพรีไบโอติก ซึ่งจะทำให้โพรไบโอติกนั้นทำงานได้ดีขึ้น (สุญาณี, 2549) จึงเห็นได้ว่าพืชชนิดนี้มีความน่าสนใจที่จะนำมาพัฒนา

ผลิตภัณฑ์ต่างๆ

โยเกิร์ตสมูทตี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของโยเกิร์ต โดยประโยชน์จากโยเกิร์ตนั้นจะมีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย นั่นคือ จุลินทรีย์โพรไบโอติก ซึ่งช่วยในการป้องกันโรคกระดุกพรุน เช่น *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ที่เป็นชนิดพรีไบโอติก (Wongsadee และคณะ, 2012) ที่จะทำปฏิกิริยาเปลี่ยนนมให้เป็นโยเกิร์ต ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้จะเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด หรือถ้าในร่างกายของมนุษย์ก็คือ ลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในเรื่องของการช่วยย่อยอาหาร สร้างวิตามินบีและวิตามินเค สร้างสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย คือ กรดไขมันที่จำเป็นหรือกรดไขมันสายโมเลกุลสั้น ซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญต่อเซลล์บริเวณลำไส้ นอกจากนี้ยังช่วยในการสร้างสารต้านมะเร็ง กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายโดยจะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียที่เป็นอันตราย อีกทั้งยังป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจอีกด้วย (กุตเซลล์, 2557)

วิธีการทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศ (Freeze-dried) เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารและยา ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการที่ใช้ถนอมอาหาร เพื่อรักษาคุณค่าและสภาพของอาหาร โดยไม่มีการให้ความร้อนกับตัวอาหาร แต่จะอาศัยหลักการดูดน้ำออกจากตัวผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศจึงมีคุณสมบัติในการคงรูปอาหารรวมถึงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไว้ได้อย่างครบถ้วน และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพใดๆ

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อผลิตโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยใช้แกนตะวันที่มีใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นวัตถุดิบเสริมในการทำโยเกิร์ตเพื่อเพิ่มปริมาณพรีไบโอติกและเพิ่มปริมาณใยอาหาร โดยใช้กระบวนการทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศ (Freeze-dried) เพื่อยืดระยะเวลาการเก็บรักษา และเก็บรักษาคุณค่าทางอาหารและคุณสมบัติต่างๆ ของโยเกิร์ตสมูทตี้ให้ยาวนานมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) ศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมผงแก่นตะวันเพื่อใช้เป็นแหล่งใยอาหาร
- 2) ศึกษาปริมาณผงแก่นตะวันที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงเพื่อเพิ่มใยอาหาร
- 3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ผสมใยอาหารจากผงแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการเตรียมผงแก่นตะวันจากแก่นตะวัน สายพันธุ์ JA102, JA67 โดยเปรียบเทียบวิธีการ 2 วิธี ได้แก่ วิธีการของดวงใจ และคณะ (2556) และวิธีการของชนิษฐา (2554) จากนั้นนำผงแก่นตะวันที่ได้มาศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร ความชื้น เถ้า และปริมาณของแข็งทั้งหมด ทำการเลือกวิธีการเตรียมที่เหมาะสมมาทดลองหาปริมาณผงแก่นตะวันที่เหมาะสมในการเติมลงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกทางการค้า (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus*) ทำการศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ได้ ได้แก่ ปริมาณใยอาหาร ค่าสี การละลาย รวมถึงศึกษาการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกในระหว่างกระบวนการหมัก รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงระหว่างการเก็บรักษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่มีใยอาหารจากแก่นตะวัน ซึ่งมีผลดีต่อระบบขับถ่าย เนื่องจากมีส่วนประกอบของโพรไบโอติก ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของโพรไบโอติก
- 2) เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่นตะวัน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่สามารถปลูกได้มากในประเทศไทย
- 3) ผลิตโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงโดยกระบวนการทำแห้งแช่เยือกแข็งแบบสูญญากาศ (Freeze-dried) ซึ่งจะทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานและยังคงคุณค่าทางอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เส้นใยอาหาร (Fiber) (กุลศิริ, 2541)

เส้นใยอาหาร เป็นสิ่งที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ เส้นใยอาหารไม่มีสารอาหารและไม่ให้พลังงาน แต่มีบทบาทสำคัญต่อภาวะโภชนาการและสุขภาพของมนุษย์ เส้นใยอาหารเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้ง เป็นส่วนประกอบในพืชผักและผลไม้ที่รับประทานได้ แต่ไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในระบบย่อยอาหาร เมื่อผ่านลำไส้ใหญ่จะมีบางส่วนถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ ทำให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจน น้ำ และกรดไขมันสายสั้น เพื่อกระตุ้นให้แบคทีเรียมีการเจริญเติบโต (bacterial growth : biomass) ก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกดูดซึมและขับออกทางลมหายใจหรือทางทวารหนัก กรดไขมันสายสั้น คือ อะซิเตท (acetate) โพรปิโอเนต (propionate) และบิวทีเรต (butyrate) กรดอะซิเตทจะถูกนำไปใช้โดยตับ กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อ กรดโพรปิโอเนตถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสเพื่อนำไปใช้ต่อไป และกรดบิวทีเรตถูกนำไปใช้เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการตายของเซลล์ จึงสามารถป้องกันการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้

2.1.1 ประเภทของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble) เส้นใยอาหารชนิดนี้จะสามารถรวมกับน้ำในปริมาณมาก เกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่นและสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า โดยมีคุณสมบัติในการลดระดับน้ำตาลและโคเลสเตอรอลในกระแสเลือด รวมถึงการขจัดพิษจากโลหะบางชนิดได้ แหล่งเส้นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ ตัวอย่างเช่น รำข้าวโอ๊ต ถั่วเมล็ดแห้ง ข้าวบาร์เลย์ ขนบึงที่ทำจากข้าวโอ๊ต ผักใบเขียว และผลไม้เกือบทุกชนิดจัดเป็นแหล่งอาหารที่ดีของเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำได้

2) เส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (Water Insoluble) เส้นใยอาหารชนิดนี้ไม่สามารถรวมกับน้ำได้ มีบทบาทสำคัญในการช่วยดูดซับสารก่อมะเร็ง ป้องกันการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน ป้องกันอาการท้องผูก และช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในไต แหล่งเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

- 1) ลิกนิน (Lignin) ซึ่งเป็นสารที่พบในเนื้อไม้ พบมากในข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และรำ
- 2) เซลลูโลส (Cellulose) พบมากในพืชผักผลไม้ ถั่วเปลือกแข็ง (nuts)
- 3) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) พบมากในหัวบุก รำข้าวสาลี ธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี

2.1.2 ประโยชน์ของเส้นใย

ใยอาหารมีส่วนช่วยควบคุมระดับน้ำตาล ช่วยลดการดูดซึมของน้ำตาล จึงมีผลดีต่อผู้ที่ เป็นเบาหวาน ผู้เป็นเบาหวานที่รับประทานใยอาหารประมาณ 8 - 20 กรัมต่อ 100 กรัมของคาร์โบไฮเดรต จะสามารถช่วยลดระดับกลูโคสและอินซูลินได้ประมาณร้อยละ 20 - 50 ซึ่งเชื่อกันว่าใยอาหารชนิดละลายน้ำจะช่วยเพิ่ม glucose tolerance แต่ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะไม่มีผลเลย หรืออาจมีผลเพียงเล็กน้อย

ใยอาหารยังช่วยลดระดับไขมันในเลือด ช่วยจับไขมันในอาหาร ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ใยอาหารชนิดละลายน้ำสามารถช่วยลดระดับโททอลและแอลดีแอลคอเลสเตอรอล (ไขมันเลว) ในเลือดได้ และการรับประทานใยอาหารในข้าวโอ๊ตและเบต้ากลูแคนในปริมาณ 3 - 15 กรัมต่อวัน จะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้ประมาณร้อยละ 5 - 15 (จะเห็นได้ชัดในผู้ที่มีระดับไขมันในเลือดสูง) ส่วนใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส และ Wheat bran จะไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

ใยอาหารก็ยังช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคให้กับร่างกาย ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ และมีประโยชน์ต่อการทำหน้าที่ของทางเดินอาหารส่วนต้น โดยใยอาหารชนิดละลายน้ำเท่านั้นจะทำให้ อาหารอยู่ในกระเพาะนานขึ้น โดยการฟอร์มตัวเป็นเจลเหนียวในกระเพาะ สำหรับผลกระทบท่อการดูดซึมของสารอาหารพบว่า ใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยลดการดูดซึมของกลูโคสผ่านเยื่อผิวของลำไส้ ช่วยลดการดูดซึมของไขมัน จึงมีประโยชน์ต่อการควบคุมระดับไขมันในเลือดและระดับกลูโคส ใยอาหารบางชนิดอาจมีผลต่อการดูดซึมโปรตีน เพคติน และโพลีแซ็กคาไรด์ของถั่วเหลืองจะจับตัวกับ แคลทไอออน ทำให้ลดการดูดซึมของแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น เอนไซม์ในทางเดินอาหารของมนุษย์จะไม่สามารถย่อยใยอาหารได้ แต่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่และซีกัมสามารถทำได้ และยังสามารถหมักใยอาหารได้ด้วย ทำให้ได้กรดไขมันสายสั้น รวมถึงไปถึงพลังงานและแก๊สต่างๆ กรดไขมันสายสั้นจะถูกดูดซึมผ่านเยื่อผนังของลำไส้ใหญ่ เมื่อเข้าไปอยู่ในเยื่อแล้วมันจะถูกใช้เป็นพลังงาน

กรดไขมันสายสั้นมีประโยชน์ดังนี้

- 1) ช่วยลดค่าความเป็นกรด – ต่างในลำไส้
- 2) ลดปริมาณยูเรียและแอมโมเนีย
- 3) ช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวของกระเพาะและลำไส้
- 4) ส่งเสริมการดูดซึมน้ำและโซเดียม ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยท้องเสีย
- 5) ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเยื่อบุผิวผนังของไอลีียมและลำไส้ใหญ่
- 6) ช่วยทำให้เกิดความสมดุลของแบคทีเรียในลำไส้
- 7) ช่วยในขบวนการเมแทบอลิซึมของกลูโคสและไขมัน
- 8) กรดไขมันบิวไทเรตจะช่วยป้องกันการเป็นมะเร็งของลำไส้ใหญ่ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการทำหน้าที่และการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดดีในลำไส้ใหญ่

โยอาหารมีผลต่อเยื่อบุผิวในลำไส้ โดยทำให้เยื่อบุผิวผนังของลำไส้แข็งแรง จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า โยอาหารสามารถช่วยในการเจริญเติบโตของเยื่อบุผิวในไอลีียมและลำไส้ใหญ่ได้ โดยจะทำให้ลำไส้มีน้ำมากขึ้น ยาวขึ้น และลำไส้มีคริปต์ลึกขึ้น การรับประทานทั้งโยอาหารที่ละลายน้ำและโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะช่วยป้องกันการเหี่ยวของเยื่อบุผิวผนังของลำไส้ได้ดีกว่าการเลือกรับประทานโยอาหารละลายน้ำเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะช่วยป้องกันและรักษาอาการท้องผูกและท้องเสีย โดยโยอาหารชนิดที่เป็นเซลลูโลสจะมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ ทำให้อุจจาระอ่อน ขับถ่ายได้ดี ท้องไม่ผูก จึงช่วยลดโอกาสการเป็นโรคริดสีดวงทวาร ลำไส้โป่งพอง รวมไปถึงมะเร็งลำไส้ใหญ่

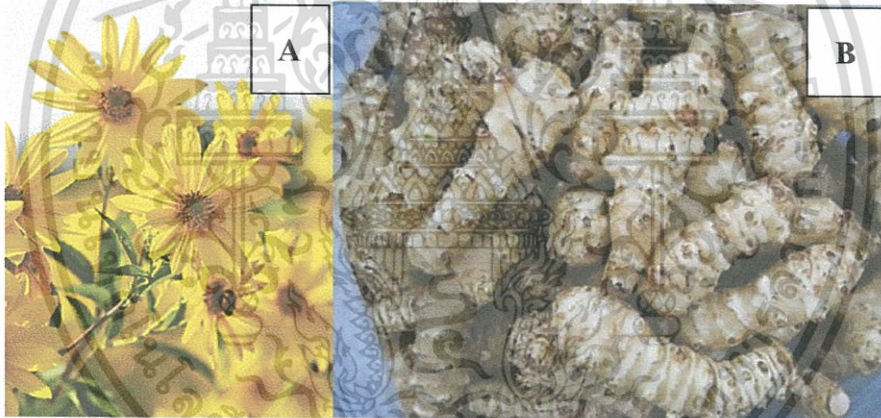
โยอาหารช่วยในการขับถ่ายของลำไส้ใหญ่ โยอาหารไม่ละลายน้ำสามารถช่วยเพิ่มเนื้อของอุจจาระได้ และยังสามารถจับกับน้ำได้ด้วย จึงช่วยทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม แต่ถ้าเป็นโยอาหารชนิดหยาบจะทำให้เกิดเนื้ออุจจาระมากขึ้น ส่วนโยอาหารละลายน้ำจะทำให้มีเนื้ออุจจาระน้อย และถ้าเป็นโยอาหารที่ถูกหมักได้ดีก็จะทำให้ลำไส้ใหญ่มีแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดแก๊สในอุจจาระได้มาก จึงอาจเพิ่มปริมาตรและน้ำหนักของอุจจาระได้ โยอาหารที่ละลายน้ำมักจะลดเวลาการขนส่งของลำไส้ใหญ่ ส่วนโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะลดเวลาการขนส่งของลำไส้ใหญ่ ส่วนโยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำจะทำให้การถ่ายอุจจาระถี่ขึ้นจากเดิมที่ถ่ายน้อย ซึ่งจะช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ และช่วยป้องกันการดูดซึมของสารก่อมะเร็ง เพราะโยอาหารจะช่วยทำให้ขับถ่ายออกมาได้เร็ว และลดการสัมผัสต่อผนังลำไส้

โยอาหารสามารถช่วยในการลดน้ำหนักหรือควบคุมน้ำหนักได้ เนื่องจากทำให้ปริมาณของอาหารมีมากขึ้น มีการดูดน้ำเข้ามาในทางเดินอาหาร ทำให้รู้สึกอิ่มเร็ว การบริโภคอาหารก็ลดน้อยลงตามไปด้วย ความสำคัญของโยอาหารในทารกและเด็กนับวันยิ่งมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เพราะในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำนมแม่จะมีใยอาหารชนิดละลายน้ำมากกว่า 150 ชนิด จึงได้มีการเติมใยอาหารบางชนิดลงในนมผง ดัดแปลงสำหรับทารกเพื่อให้คล้ายนมแม่มากขึ้น

2.2 ว่านแก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) (สนั่น, 2549)

ว่านแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus L.*) เป็นพืชล้มลุก อยู่ในวงศ์ทานตะวัน (*Asteraceae*) ดอกสีเหลืองคล้ายกับทานตะวัน (รูปที่ 2.1A) แต่มีขนาดเล็กกว่า ผิวใบสาก ใบรี รูปร่างไข่ บางพันธุ์มีขอบใบหยัก ลักษณะต้นสูง 1.5 - 2.0 เมตร มีขนตามกิ่งและใบดอก เป็นพืชวันสั้น มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากมีความสำคัญในอุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ แก่นตะวัน จะใช้ส่วนของลำต้นใต้ดินในการสะสมอาหารเอาไว้เป็นวัตถุดิบในการผลิต นอกจากนี้ลำต้นของ แก่นตะวันยังมีสารอินนูลิน (Inulin) ซึ่งลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานและมะเร็งลำไส้ใหญ่ (รูปที่ 2.1B)



รูปที่ 2.1 : A) ดอกของแก่นตะวัน B) ส่วนหัวของแก่นตะวัน

ที่มา : <http://www.nanagarden.com/> (สืบค้นวันที่ 2 พฤศจิกายน 2557)

Jerusalem artichoke จะปลูกบนพื้นที่สูง ณ สถานีวิจัยเพชรบูรณ์ในการปลูกทดสอบ ผลผลิตในปีที่ 1 แปลงทดลองที่ปลูกในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ทำการทดลองที่ สถานีวิจัยเพชรบูรณ์ แปลงทดลองบ้านห้วยน้ำขาว มีความสูง 900 เมตรจากระดับน้ำทะเล ตำบล เข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งทำการปลูกเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2551 จำนวน 16 พันธุ์พบว่า ผลผลิตหัวสดจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้น ขนาดหัวใหญ่พิเศษ ขนาดหัวใหญ่ต่อต้น ขนาดหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลางต่อต้นเฉลี่ยทั้ง 16 พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติพบว่า พันธุ์ JA102 ให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยสูงสุดคือ 10,476 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับพันธุ์ Hel66, Hel231 และ Hel53 (10,464, 8,358 และ 8,320 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ) โดยจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นทุกสายพันธุ์พบว่า มีประมาณ 22.7 หัวต่อต้น โดยพันธุ์ JA21 มีจำนวนหัวเฉลี่ยต่อต้นต่ำสุดเพียง 2.8 หัวต่อต้น ขนาดหัวใหญ่พิเศษมีน้ำหนักต่อหัวประมาณ 36 - 100 กรัมต่อต้นพบว่า ทุกพันธุ์มีขนาดหัวใหญ่พิเศษเฉลี่ย 9.4 หัว โดยพันธุ์ Hel53 มีน้ำหนักขนาดหัวใหญ่พิเศษเฉลี่ยสูงสุดคือ 15.8 หัว และจำนวนหัวใหญ่ต่อต้นเฉลี่ยของ Jerusalem artichoke ทั้ง 16 พันธุ์มีหัวใหญ่ต่อต้นเฉลี่ยประมาณ 4.5 หัวต่อต้น ซึ่งหัวขนาดใหญ่จะมีน้ำหนักต่อหัวประมาณ 26 - 35 กรัม และพบว่าพันธุ์ JA102 มีหัวขนาดใหญ่ต่อต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.0 หัว และมีหัวขนาดกลางเฉลี่ยประมาณ 4.6 หัวต่อต้นโดยมีน้ำหนักต่อหัวประมาณ 16 - 25 กรัม ซึ่งพันธุ์ JA67 มีหัวขนาดกลางเฉลี่ยสูงสุดต่อต้นคือ 6.7 หัว

ประโยชน์ของแก่นตะวันคือ สามารถนำมารับประทานสด หรือทำเป็นขนม หรือต้มรับประทานได้ ซึ่งภายในหัวของแก่นตะวันนั้นมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 80 และคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 18 โดยที่คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่เป็นอินนูลิน อินนูลินเป็นสารให้ความหวานจึงไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก อินนูลินนี้อยู่ในทางเดินอาหารได้เป็นเวลานานจึงทำให้ผู้ที่รับประทานเข้าไปไม่รู้สึกริษ และยังช่วยในการลดความอ้วนและป้องกันโรคเบาหวานได้ โดยในทางอุตสาหกรรมนั้นสามารถนำหัวแก่นตะวันมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับสกัดอินนูลินได้

อินนูลิน (Inulin) เป็นน้ำตาลเชิงซ้อน มีโมเลกุลของน้ำตาลต่อกันเป็นห่วงโซ่มากกว่า 10 โมเลกุล ด้วยลักษณะที่โดดเด่นของสารชนิดนี้ อินนูลินจึงกลายเป็นอาหารที่เส้นใยสูง และจะไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้ และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่มีแคลอรี เมื่อไปถึงลำไส้ใหญ่จะกลายเป็นอาหารของแบคทีเรียในกลุ่มที่มีประโยชน์ ซึ่งจะทำให้แบคทีเรียกลุ่มที่มีประโยชน์เกิดการแบ่งตัวมากขึ้น และทำให้แบคทีเรียในกลุ่มที่เป็นอันตรายต่อร่างกายลดน้อยลง

เมื่อร่างกายไม่สามารถย่อยได้ แก่นตะวันจึงเป็นพืชที่มีสารเส้นใยอย่างเต็มที่ไม่ให้แคลอรี เมื่อก้าวถึงเส้นใยอาหาร เรามักนึกถึงอาหารที่ร่างกายได้จากการรับประทานอาหารเข้าไปแล้วไม่สามารถย่อยได้และถูกขับถ่ายออกมา โดยกาอาหารเหล่านี้เป็นสารประกอบของพอลิเมอร์หลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีที่ต่างกัน บางชนิดอาจจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่กลายเป็นสารโมเลกุลเล็กที่ร่างกายสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้หรือบางชนิดจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง

เส้นใยอาหารแบ่งกลุ่มตามคุณลักษณะของเส้นใยได้ 2 แบบ คือ กลุ่มที่ละลายน้ำ ได้แก่ กัมส์ เจล และเพคติน เป็นต้น และอีกกลุ่มที่ไม่สามารถละลายน้ำ ได้แก่ ลิกนิน และเซลลูโลส เป็นต้น การที่เส้นใยมีผลต่อการบำบัดและป้องกันโรคต่างๆ นั้น เนื่องมาจากคุณสมบัติของเส้นใยที่สามารถแยกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุ้มน้ำ เพิ่มความหนืด ไม่ถูกย่อย ดูดซับแลกเปลี่ยนประจุได้ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และช่วยกำจัดอนุภาคลิพิดได้ เป็นต้น การอุ้มน้ำได้ดีของเส้นใยจะช่วยเพิ่มปริมาณของกากอาหาร ซึ่งจะกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ ทำให้กากอาหารนุ่ม ถ่ายสะดวก เส้นใยที่ให้ประโยชน์ในแง่นี้ มักจะเป็นเส้นใยหยาบละลายในน้ำไม่ได้ ส่วนกลุ่มที่ละลายน้ำได้ เช่น เจลจะช่วยเพิ่มความหนืด ซึ่งพบว่า เป็นผลดีต่อการควบคุมโรคเบาหวาน โดยคาดว่า เส้นใยจะเปลี่ยนรูปเป็นเจลแล้วช่วยเคลือบผิวลำไส้ให้หนาขึ้นจึงทำให้การดูดซึมสารที่มีประจุของพวกแป้งและน้ำตาลในเลือดไม่สูงฉับพลัน และการที่โมเลกุลของเส้นใยมีส่วนที่เป็นกรดอิสระอยู่ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนประจุกับสารอื่นๆ ที่มากับอาหารหรืออาจเป็นสารพิษที่มีการปนเปื้อนมา กลุ่มของกรดอิสระจะช่วยดูดซับและดึงเอาสารพิษออกไป จึงเชื่อกันว่า คุณสมบัตินี้ทำให้เส้นใยอาหารลดปริมาณไขมันในหลอดเลือดได้นอกจากนี้ใยอาหารยังช่วยลดการหมักหมมของกากอาหารในลำไส้ ทำให้มีโอกาสเป็นโรคมะเร็งในลำไส้ลดลง สารเส้นใยดังกล่าวจึงช่วยทำให้อยู่ท้องได้นาน กินอาหารได้น้อยลง กินแล้วไม่อ้วน จึงช่วยลดน้ำหนักไปได้ในตัวและยังช่วยดูดซับไขมันและน้ำตาลที่เราอาจรับประทานเกินออกไป จึงสามารถช่วยป้องกันโรคไขมันในเส้นเลือดสูงได้

จากคุณสมบัติของอินนูลินที่ได้กล่าวมา จึงทำให้อินนูลินถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท เช่น

1) สารทดแทนไขมัน (Fat Substitute)

ครีม สลัดครีม เนยแข็ง ไอศกรีม ผลิตภัณฑ์ขนมอบในปี 2002 Kim และ Wang ได้นำอินนูลินมาใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้ เนื่องจากเจลของอินนูลินมีลักษณะคล้ายโยเกิร์ตจึงทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีลักษณะการขยายตัวสูงและมีค่าความหนาแน่นต่ำ เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน หลังจากการอบที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 6 นาที

2) สารทดแทนน้ำตาล (Sugar Substitute)

อินนูลินใช้เป็นสารทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น ช็อคโกแลต

3) เพิ่มใยอาหารในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์นม

โดยมีการนำอินนูลินมาใช้ในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวและนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม นอกจากนี้จะมีประโยชน์แล้ว อินนูลินยังมีสารที่ทำให้อยู่ตัว (Stabilizer) ในผลิตภัณฑ์นมอีกด้วย

4) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมอาหารยังมีการผลิต High-Performance inulin (HP) ขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจาก HP ได้กำจัดโมเลกุลสายสั้นออกจากอินนูลินมาตรฐาน ทำให้มีค่า DP อยู่ที่ประมาณ 23 ซึ่งสามารถเป็นเจลที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าอินนูลินมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ประโยชน์ของแก่นตะวัน

หัวแก่นตะวันจัดเป็นอาหารที่ดีและมีประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้รักสุขภาพ เพราะเป็นอาหารเสริมสุขภาพอย่างหนึ่ง เนื่องจากในหัวของแก่นตะวันนั้นอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ มากมาย ซึ่งล้วนแล้วแต่มีประโยชน์ต่อร่างกายทั้งสิ้น เช่น วิตามินบีรวม แคลเซียม ธาตุเหล็กที่สูง เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2.1

แก่นตะวันมีประโยชน์ในการช่วยลดกลิ่นปากจากเชื้อแบคทีเรีย หัวใช้รับประทานสดๆ ซึ่งหัวสดจะมีรสชาติคล้ายๆ กับแห้ว หรือนำมาประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน ทำเป็นขนมหรือใช้ต้มรับประทาน หรือนำไปผัดหรือใช้ยำก็ได้เช่นกัน หัวแก่นตะวันสามารถนำมาใช้เป็นอาหารแทนมันฝรั่งได้ เพราะมีเนื้อสัมผัสเช่นเดียวกัน เพียงแต่ว่ามีรสหวานกว่า จึงเหมาะสำหรับใส่ในสลัดผักต่างๆ หัวแก่นตะวันสามารถนำมาทำให้เป็นผง คือ เอาหัวมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ นำมาตากแดดให้แห้งแล้วอบเมื่ออบเสร็จก็นำมาปั่นเป็นผงเล็กๆ ซึ่งผลดังกล่าวสามารถนำไปผสมกับแป้งต่างๆ เป็นผลิตภัณฑ์ได้ เช่น ขนมปัง ขาไก่ คุกกี้ เป็นต้น ก็จะช่วยให้มีรสชาติที่ดีและมีกลิ่นหอม แถมยังคงปริมาณของอินนูลินไว้ได้อีกด้วย ได้มีการศึกษานำหัวแก่นตะวันมาสกัดเอาสารอินนูลินมาใช้ผสมในผลิตภัณฑ์นมผงเด็ก โดยจะมีสารอินนูลินผสมอยู่ด้วยราวร้อยละ 1 - 2 นอกจากนี้ยังใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นสุราและเอทานอลได้ ซึ่งในประเทศเยอรมัน รัฐบาลเดิน-เวือร์ทเทมแบร์ก จะมีการใช้หัวแก่นตะวันในการผลิตสุรานั้นมากกว่าร้อยละ 90 ซึ่งสุราชนิดนี้ก็คือ Topi หรือ Rosler

ลำต้นแก่นตะวัน ก็สามารถนำไปหมักทำเป็นเอทานอลได้เหมือนกัน ลำต้นและใบของแก่นตะวัน สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ และยังมีสารอาหารที่ช่วยในการย่อยได้มากกว่าถั่ว อัลฟัลฟา (แต่จะมีโปรตีนน้อยกว่า) หัวใช้เป็นอาหารเสริมในสัตว์เลี้ยงได้ เพราะมีผลต่อการเจริญเติบโต ทำให้สัตว์เลี้ยงมีสุขภาพแข็งแรง ช่วยลดจุลินทรีย์ที่เป็นโทษในระบบทางเดินอาหาร ช่วยลดกลิ่นเหม็นของมูลสัตว์ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้สัตว์เลี้ยง ช่วยลดการใช้ยาปฏิชีวนะไปด้วยในตัว จึงมีการนำมาใช้เป็นสมุนไพรของสัตว์เลี้ยง การเสริมสารสกัดอินนูลินลงในอาหารของสัตว์ เช่น สุนัข สุกร ไก่ เป็นต้น จะช่วยลดปริมาณของแอมโมเนียในระบบทางเดินอาหารและในสิ่งขับถ่ายได้ จึงช่วยลดปริมาณของสารที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นในสิ่งขับถ่ายทำให้กลิ่นเหม็นของอุจจาระลดลงอย่างมากจนถึงไม่มีกลิ่นเลย

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของแก่นตะวันดิบต่อ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณแนะนำที่ร่างกาย ต้องการในแต่ละวันสำหรับ ผู้ใหญ่	ปริมาณแนะนำที่ร่างกาย ต้องการในแต่ละวันสำหรับ ผู้ใหญ่ (ร้อยละ)
ดอกแก่นตะวันมีพลังงาน 73 กิโลแคลอรี		
คาร์โบไฮเดรต	17.44 กรัม	
น้ำตาล	9.6 กรัม	
เส้นใย	1.6 กรัม	
ไขมัน	0.01 กรัม	
โปรตีน	2 กรัม	
วิตามินบี 1	0.2 มิลลิกรัม	17
วิตามินบี 2	0.06 มิลลิกรัม	5
วิตามินบี 3	1.3 มิลลิกรัม	9
วิตามินบี 5	0.397 มิลลิกรัม	8
วิตามินบี 6	0.077 มิลลิกรัม	6
วิตามินบี 9	13 ไมโครกรัม	3
วิตามินซี	4 มิลลิกรัม	5
ธาตุแคลเซียม	14 มิลลิกรัม	1
ธาตุเหล็ก	3.4 มิลลิกรัม	26
ธาตุแมกนีเซียม	17 มิลลิกรัม	5
ธาตุฟอสฟอรัส	78 มิลลิกรัม	11
ธาตุโพแทสเซียม	429 มิลลิกรัม	9

ที่มา : <http://th.wikipedia.org/wiki/แก่นตะวัน> (สืบค้นวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558)

ในเชิงอุตสาหกรรมมีการใช้หัวแก่นตะวันมาเป็นวัตถุดิบในการสกัดเป็นน้ำตาลอินนูลิน (Inulin) เพราะสามารถพบได้ในพืชชนิดนี้มากถึงร้อยละ 16 - 39 และยังมีการใช้อินนูลินเพื่อผลิตเป็นน้ำตาลฟรุคโตสเข้มข้น หรือสารให้ความหวานในอุตสาหกรรมอาหาร แก่นตะวันเป็นพืชที่ให้พลังงานสูง ซึ่งหัวสด 1 ตัน สามารถใช้ผลิตเป็นเอทานอลบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ได้มากถึง 100 ลิตร สามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนด้วยการนำไปใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน ใช้ผลิตแก๊สโซฮอล์ได้อีกด้วย แก่นตะวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพืชเศรษฐกิจที่กำลังได้รับความนิยม เพราะสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ผลิตภัณฑ์แก่่นตะวัน เช่น แก่นตะวันแบบบรรจุถุง ผงแก่นตะวัน แก่นตะวันอบแห้ง ชาแก่นตะวัน วานแก่นตะวันแคปซูล และสบู่แก่นตะวัน เป็นต้น

2.2.2 สรรพคุณของแก่นตะวัน

- 1) ชาวอินเดียแดงปลูกต้นแก่นตะวันไว้รับประทานส่วนที่เป็นหัวโดยมีสรรพคุณช่วยทำให้เจริญอาหาร
- 2) ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ช่วยลดการติดเชื้อ เพราะสารอินนูลินจะช่วยลดปริมาณของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร อย่างเช่น *Escherichia coli* และ โคลิฟอร์ม (Coliforms) และในขณะเดียวกันยังไปช่วยเพิ่มการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายให้เจริญเติบโตดีขึ้นอีกด้วย เช่น บิฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacteria*) และ แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus*)
- 3) ช่วยป้องกันอาการภูมิแพ้ การแพ้อาหาร โดยเฉพาะในเด็ก
- 4) ช่วยลดน้ำหนัก ภายในหัวจะมีน้ำประมาณร้อยละ 80 และมีคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 18 ซึ่งคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะเป็นอินนูลิน ซึ่งอินนูลินเป็นสารที่ให้ความหวานได้ แต่จะไม่ถูกย่อยในกระเพาะและลำไส้เล็ก จึงสามารถอยู่ในระบบทางเดินอาหารได้นาน จึงช่วยทำให้ไม่รู้สึกริว ทำให้รับประทานอาหารได้น้อย สามารถช่วยควบคุมพลังงานที่ได้รับต่อวันได้เป็นอย่างดี จึงช่วยลดความอ้วนและป้องกันโรคเบาหวานไปด้วย และยังมีการระบุว่า แก่นตะวันสามารถช่วยลดความอ้วนได้ดีกว่าพืชลดความอ้วนชนิดอื่นๆ ที่คนไทยรู้จักกันดี เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน อย่างเช่น หญ้าหมาน้อย หัวบุก และเม็ดแมงลัก เป็นต้น
- 5) ช่วยป้องกันไขมันในเลือดสูง และช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดได้เป็นอย่างดี เพราะเส้นใยของแก่นตะวันจะช่วยดูดซับไขมันและน้ำตาลที่เรารับประทานกินไว้ ไม่ว่าจะ เป็นคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ หรือไขมันเลวที่รับประทานเข้าไปทิ้งออกทางอุจจาระ
- 6) ช่วยกระตุ้นการดูดซึมของแร่ธาตุหลายชนิด ช่วยปรับสภาพของลำไส้ให้เหมาะสมต่อการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิดที่ไม่สามารถดูดซึมได้ในลำไส้เล็ก และช่วยให้ลำไส้ใหญ่สามารถดูดซึมแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกายได้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการช่วยดูดซึมธาตุแคลเซียมได้มากถึง ร้อยละ 20 รวมไปถึงธาตุเหล็ก
- 7) สมุนไพรแก่นตะวัน สรรพคุณช่วยลดอาการจุกเสียดแน่นท้อง แก้อาการท้องเสียช่วยกระตุ้นการหลั่งของน้ำดี ช่วยป้องกันสารพิษอย่างโลหะหนัก เช่น สารตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โยเกิร์ต (กู๊ดเฮลท์, 2557)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมซึ่งผ่านขบวนการหมักทำให้มีรสเปรี้ยวและมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว คุณค่าทางอาหารของโยเกิร์ตนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณแบคทีเรียที่ยังมีชีวิตในโยเกิร์ตในขณะที่รับประทาน ดังนั้นขบวนการผลิต การบรรจุ การเก็บ ตลอดจนการขนส่งล้วนแล้วแต่มีผลต่อคุณภาพของโยเกิร์ต ถึงแม้ว่าจะไม่มีมาตรฐานที่แน่นอนในการกำหนดคุณภาพของโยเกิร์ต แต่โยเกิร์ตที่ดีควรมีแบคทีเรียที่ยังมีชีวิต 100 ถึง 1000 ล้านตัวต่อปริมาณโยเกิร์ต 1 มิลลิกรัม

กระเพาะอาหารจัดเป็นปราการสำคัญในการกำจัดเชื้อโรค เนื่องจากความเป็นกรดในกระเพาะสามารถฆ่าแบคทีเรียหลายๆ ชนิดก่อนที่เชื้อโรคเหล่านี้จะผ่านไปยังลำไส้ แบคทีเรียในโยเกิร์ตก็เช่นเดียวกัน จะถูกทำลายไปจำนวนหนึ่งเมื่อผ่านไปที่กระเพาะอาหาร ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องรับประทานโยเกิร์ตในปริมาณที่มากพอ เพื่อให้แบคทีเรียที่มีประโยชน์เหล่านี้จำนวนหนึ่งเหลือรอดผ่านไปยังลำไส้ได้ อย่างไรก็ตามในลำไส้เองก็มีแบคทีเรียมากมายหลายประเภทอาศัยอยู่ บางชนิดมีประโยชน์ต่อร่างกาย บางชนิดไม่มีประโยชน์ เมื่อเรารับประทานโยเกิร์ตแบคทีเรียที่อยู่ในโยเกิร์ตจัดเป็นสิ่งแปลกปลอมของร่างกาย แบคทีเรียเหล่านี้จึงไม่สามารถที่จะเกาะติดผนังลำไส้ได้ ดังนั้นจึงถูกขับออกจากลำไส้อย่างรวดเร็วในรูปของอุจจาระ

การรับประทานโยเกิร์ตให้ได้รับประโยชน์เต็มที่นั้นต้องรับประทานเป็นประจำและต้องเป็นปริมาณที่มากพอ เพื่อให้มีปริมาณแบคทีเรียในลำไส้ปริมาณหนึ่ง เนื่องจากแบคทีเรียในโยเกิร์ตจะถูกขับออกจากร่างกายในเวลาไม่นานนัก

โยเกิร์ตจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทโพรไบโอติก ซึ่งหมายถึงอาหารที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เนื่องจากสามารถปรับสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ประเภทโพรไบโอติกนอกจากโยเกิร์ตแล้วยังมีนมเปรี้ยว ผักดอง คีเฟอร์ เป็นต้น

2.3.1 แบคทีเรียโพรไบโอติก

โพรไบโอติก หมายถึง แบคทีเรียที่มีชีวิตอยู่ในรูปที่เป็นอาหารหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เมื่อรับประทานในปริมาณพอเหมาะจะส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค เช่น โยเกิร์ตและนมเปรี้ยว แต่ไม่นับรวมถึงนมเปรี้ยวพร้อมดื่มประเภทยูเอชที เพราะไม่มีแบคทีเรียกรดเหลืออยู่ในนม เนื่องจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ความร้อนสูง โดยปกติแล้วแบคทีเรียโพรไบโอติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมนมเปรี้ยวส่วนใหญ่ คือ แบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacilli* และ *Streptococci* แต่จากการศึกษาคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพของแบคทีเรียในลำไส้จากอดีตจนถึงปัจจุบัน พบว่า ความจริงแล้ว *Bifidobacteria* สามารถเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในอุตสาหกรรมประเภทนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว โพรไบโอติกก็ยังคงถูกใช้ในการรักษาโรคทางเดินอาหาร ในการทดลองทางการแพทย์อย่างแพร่หลาย เช่น การใช้ *Lactobacillus rhamnosus* ในการบรรเทาและป้องกันอาการท้องร่วงในเด็กทารก การใช้ *Bifidobacteria* และ *Lactobacilli* รวมกันในการรักษาอาการท้องร่วงอย่างรุนแรง และยังช่วยลดอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินอาหารและการเสียชีวิตในทารกที่คลอดก่อนกำหนด นอกจากนี้ยังมีหลักฐานจากงานวิจัยทางการแพทย์อีกหลายชิ้นที่ยืนยันว่า *Bifidobacteria* สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบคทีเรียในโพรไบโอติก ได้แก่

1) แบคทีเรียกลุ่ม *Lactobacilli* (พิมพ์เพ็ญ, 2558)

Lactobacillus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างเป็นท่อนเดี่ยวหรือต่อกันเป็นสายสั้น ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ไม่เคลื่อนที่ ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลาง แต่บางชนิดชอบเจริญที่อุณหภูมิต่ำ จัดอยู่ในกลุ่ม lactic acid bacteria ที่สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลแลคโตสให้เกิดกรดแลคติก

โดยแบคทีเรีย *Lactobacillus* มีประโยชน์ดังนี้

1) ช่วยในระบบการย่อยอาหาร เนื่องจากแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสจะช่วยย่อยน้ำตาลแลคโตสในผลิตภัณฑ์จำพวกนม ซึ่งช่วยป้องกันการเกิดภาวะที่มีปริมาณแลคโตสมากเกินไปและช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นในคนที่ไม่สามารถย่อยนมได้ แบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมสารอาหารที่ลำไส้และช่วยกระตุ้นการบีบตัวของทางเดินอาหารที่เป็นกลไกตามธรรมชาติ ทำให้อาหารเคลื่อนผ่านสู่ลำไส้ได้ดีขึ้น

2) สร้างวิตามิน แบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสสามารถสร้างวิตามินบีและวิตามินเค

3) สร้างสารอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย แบคทีเรียชนิดนี้จะช่วยสร้างกรดไขมันจำเป็นหรือกรดไขมันชนิดที่มีสายโมเลกุลสั้น ซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญต่อเซลล์บริเวณลำไส้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสารที่ช่วยต้านมะเร็งอีกด้วย

4) กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน แบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสจะยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายและเชื้อรา อาทิเช่น ราแคนดิดา เนื่องจากแบคทีเรียประเภทนี้จะทำให้บริเวณลำไส้มีสภาวะเป็นกรด ซึ่งแบคทีเรียที่เป็นอันตรายไม่สามารถอยู่รอดได้ นอกจากนี้แบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสยังสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคต่างๆ

5) ด้านสารก่อมะเร็ง แบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสสามารถจับกับสารก่อมะเร็ง ทำให้สารดังกล่าวไม่สามารถทำอันตรายกับเซลล์ร่างกายได้อีก และ *Lactobacillus bulgaricus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เอ็กสารนี้เป็นเอ็กสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอ็กสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยมเติมในโยเกิร์ตนั้นมีคุณสมบัติในการต้านมะเร็งได้ดี นอกจากนี้แบคทีเรียแลคโตบาซิลัสยังสามารถจับโลหะหนักและกรดน้ำดีซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งได้ ตลอดจนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ผลิตสารไนเตรต (ไนเตรตเป็นสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่ง) และแบคทีเรียแลคโตบาซิลัสยังทำปฏิกิริยากับสารพลาโวนอยด์ทำให้เกิดสารธรรมชาติที่สามารถต้านมะเร็งได้ดี

6) ป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ เนื่องจากแบคทีเรียแลคโตบาซิลัสช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลและกลีเซอไรด์ในกระแสเลือด

ตัวอย่างของแบคทีเรียกลุ่มนี้ ได้แก่

1) *Lactobacillus acidophilus*

บริเวณลำไส้ใหญ่ของเรามีแบคทีเรียมากมายหลายชนิดอาศัยอยู่ และหนึ่งในแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกายที่อาศัยอยู่บริเวณนี้คือ แบคทีเรียในกลุ่มแลคโตบาซิลัสซึ่งอาศัยน้ำตาลแลคโตสเป็นอาหาร เป็นแบคทีเรียชนิดโปรไบโอติก และแบคทีเรียที่เรารู้จักกันดีคือ *Lactobacillus acidophilus* ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในภาวะเป็นกรดของลำไส้ใหญ่

Lactobacillus acidophilus เป็นแบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) แกรมบวก ไม่เคลื่อนที่ (non-motile) ไม่สร้างเอนไซม์แคตาเลส (catalase negative) ไม่สร้างสปอร์ (non-spore forming) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่า มีทั้งรูปร่างแท่ง อยู่ในกลุ่มที่ทำให้เกิดการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟเพียงอย่างเดียว (obligate homofermenter) ซึ่งการหมักแบบนี้จะผลิตกรดแลคติกได้ในปริมาณร้อยละ 85 หรือมากกว่าการหมักคาร์โบไฮเดรต ซึ่งพวกมันจะหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมลเป็นกรดแลคติก 1.8 โมล และได้กรดอะซิติก เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์เล็กน้อย



รูปที่ 2.2 : แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Lactobacillus acidophilus*

ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_acidophilus

(สืบค้นวันที่ 2 พฤศจิกายน 2557)

2) *Lactobacillus bulgaricus*

ใช้ในการหมักโยเกิร์ตเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 40 - 45 องศาเซลเซียส ผลิตแอซิทาลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นรสของนมหมักและสร้างเอนไซม์โปรติเอส ซึ่งจะย่อยโปรตีนในน้ำนมให้ได้กรดอะมิโน โดยเฉพาะฮิสทีดีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่กระตุ้นการเจริญของ *Streptococcus thermophiles*



รูปที่ 2.3 : แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Lactobacillus bulgaricus*

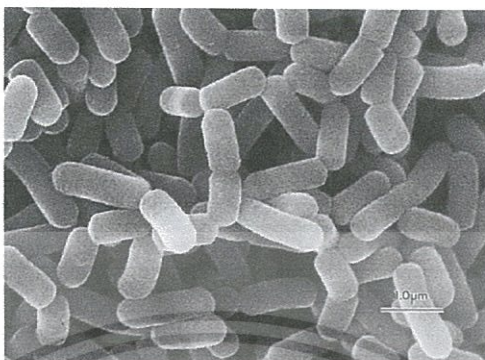
ที่มา : <http://2013.igem.org/Team:Uppsala/probiotics> (สืบค้นวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2558)

3) *Lactobacillus casei*

Lactobacillus casei ในทางอุตสาหกรรมที่พบบ่อยที่สุดคือ ใช้ในผลิตภัณฑ์นม โดย *L. casei* นี้เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกอย่างโดดเด่น อยู่ในอาหารพวกชีส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนยแข็ง เป็นต้น นอกเหนือจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีประโยชน์และช่วยป้องกันไม่ให้แบคทีเรียที่ก่อโรคเจริญเติบโตขึ้น โดยแบคทีเรียที่มีประโยชน์นั้นเช่น *L. acidophilus* ที่ช่วยป้องกันอาการท้องผูกและอาการลำไส้แปรปรวน



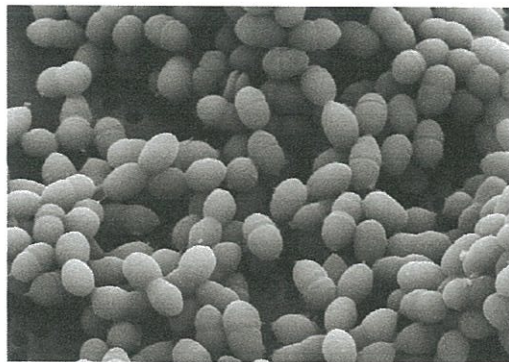
รูปที่ 2.4 : แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Lactobacillus casei*

ที่มา : <http://microbiologyglossary.wikispaces.com/Lactobacillus+casei>

(สืบค้นวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2558)

2) แบคทีเรียในกลุ่ม Streptococci

แบคทีเรียในกลุ่มนี้มีแบคทีเรียที่เป็นโพรไบโอติกได้แก่ *Streptococcus thermophilus* เป็นแบคทีเรียในสกุล *Streptococcus* ที่สร้างกรดแลคติกเจริญในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ หรือไม่มีออกซิเจน เป็นแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิสูง (thermophilic bacteria) ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากน้ำนม (fermented dairy product) ได้แก่ นมเปรี้ยว โยเกิร์ต และเนยแข็ง โดยจะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมเป็นกรดแลคติก และสร้างกรดฟอรั่มิก ซึ่งส่งเสริมการเจริญของ *Lactobacillus*



รูปที่ 2.5 : แสดงลักษณะของแบคทีเรีย *Streptococcus thermophilus*

ที่มา : <http://microbiology.ucoz.com/photo/1-0-10-3> (สืบค้นวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2558)

2.3.2 ประโยชน์ของโพรไบโอติก (พิมพ์เพ็ญ, 2558)

แบคทีเรียโพรไบโอติกผลิตสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ ได้แก่

- 1) กรดแลคติก (lactic acid) จุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกมีประโยชน์คือ จะทำการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น *Clostridium perfringens* และ *Salmonella* sp. เป็นต้น
- 2) ช่วยลดระดับของคอเลสเตอรอล ฟอสฟอลิพิด และไตรกลีเซอไรด์ในเลือด โดย *Lactobacillus acidophilus* เป็นจุลินทรีย์กลุ่มบิฟิโดแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ จะช่วยย่อยสลายคอเลสเตอรอล และยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลผ่านผนังลำไส้
- 3) ช่วยในการทำงานของลำไส้ ลดอาการท้องผูก เนื่องจากกรดอินทรีย์ที่สร้างจากกลุ่มบิฟิโดแบคทีเรียผลิตขึ้น จากนั้นจะกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ และช่วยเพิ่มความชื้นของอุจจาระ ทำให้การขับถ่ายสะดวกมากขึ้น
- 4) ช่วยเพิ่มการดูดซึมแคลเซียมในระบบย่อยอาหาร
- 5) สามารถผลิตวิตามินต่างๆ ได้ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 6 วิตามินบี 12 ไบโอติน กรดนิโคติน และกรดฟอลิกได้

2.3.3 พรไบโอติก (เริงฤทธิ์, 2554)

พรไบโอติกเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ แต่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีหลายชนิดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) โอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งพบในกล้วย เห็ด หน่อไม้ กระเทียม และหอม
- 2) อินนูลิน ซึ่งพบในแก่นตะวัน ผือก หัวหอม และกระเทียม ซึ่งอินนูลินได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (Generally Recognized as Safe: GRAS)
- 3) เบต้ากลูแคน ก็เป็นสารประเภทโพลีแซคคาไรด์คล้ายๆ กับคาร์โบไฮเดรต เกิดจากน้ำตาลกลูโคสมาเรียงต่อกัน จึงมีทั้งส่วนที่ละลายน้ำได้และส่วนที่ละลายน้ำไม่ได้ เบต้ากลูแคนนี้พบมากในข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ผงเซลล์ของยีสต์ สาหร่าย และเห็ด ร่างกายของเราไม่มีเอนไซม์ที่จะย่อยเบต้ากลูแคนได้ จึงจัดเบต้ากลูแคนเป็นสารพรีไบโอติก คือ เป็นอาหารของแบคทีเรียในลำไส้ โดยแบคทีเรียจะย่อยให้เป็นกรดไขมันสั้นๆ เช่น กรดบิวไทริก ซึ่งทำให้แบคทีเรียในลำไส้เจริญเติบโตและสร้างวิตามินบี 12 และต้านเชื้อโรคที่ติดมากับอาหารให้กับร่างกาย

2.3.4 ประโยชน์ของโยเกิร์ตต่อสุขภาพ

- 1) แบคทีเรียแลคติกผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมให้เป็นการดแลคติกเหมาะสำหรับผู้ที่ปัญหาที่ไม่สามารถย่อยแลคโตสจากการบริโภคน้ำนมธรรมดา ทำให้ท้องอืดและท้องเฟ้อ
- 2) โยเกิร์ตรักษาอาการท้องเสียในลำไส้มนุษย์มีเชื้อโรคหลายชนิด บางชนิดมีประโยชน์ เช่น ช่วยสร้างวิตามินเค แต่บางชนิดก็เป็นโทษ เช่น ทำให้เกิดอาการท้องเสีย เชื้อโรคเหล่านี้จะควบคุมอยู่ในสภาพสมดุล หากลำไส้เสียสมดุลเชื้อโรคก็จะทำให้เกิดอาการท้องเสียทันที โดยเฉพาะเชื้อ *E. coli* ในเด็กทารก และเมื่อทานโยเกิร์ตสมูทตี้ จุลินทรีย์จะช่วยปรับสมดุลให้กลับคืนมา และยังสามารถป้องกันอาการท้องเดินได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กทารก
- 3) โยเกิร์ตช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรค ไม่เพียงป้องกันและรักษาโรคได้ด้วยฤทธิ์ที่เป็นยาฆ่าเชื้อเท่านั้น แต่ยังมีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้สูงขึ้นด้วย และยังช่วยกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีและสารต้านโรคอื่นๆ
- 4) ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดมะเร็งบริเวณเนื้อเยื่อกระดุก
- 5) ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด

2.3.5 โยเกิร์ตสมูทตี้

โยเกิร์ตสมูทตี้เกิดจากการนำผลไม้ โยเกิร์ต และน้ำนม หรือของเหลวอื่นๆ ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมาผสมรวมกัน โดยโยเกิร์ตสมูทตี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เน้นผลไม้หรือผักเป็นเครื่องปรุงหลักและอาจปรุงแต่งเพิ่มเติมด้วยน้ำนม น้ำตาล หรือน้ำผึ้งก็ได้ ซึ่งประโยชน์ของโยเกิร์ตสมูทตี้ก็คือในโยเกิร์ตสมูทตี้จะมีส่วนผสมที่สำคัญก็คือ โยเกิร์ต ซึ่งโยเกิร์ตอุดมด้วยสารไขมันธรรมชาติที่มีฤทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คล้ายฮอร์โมนที่เรียกพรอสตาแกลนดินส์ อี 2 (Prostaglandin E2) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยปกป้องผนังกระเพาะจากสารกระตุ้นหลายตัว เช่น แอลกอฮอล์และบุหรี่ ปัจจุบันพรอสตาแกลนดินส์ อี 2 สังเคราะห์จำหน่ายเป็นยารักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร การรับประทานโยเกิร์ตสมุนไพรที่ขณะท้องว่างจะมีประโยชน์สำหรับคนที่มีแผลในกระเพาะอาหาร



รูปที่ 2.6 : แสดงรูปโยเกิร์ตสมุนไพร

ที่มา : <http://www.coolicious.com/img/product-smoothie.jpg>

(สืบค้นวันที่ 28 มกราคม 2558)

2.4 กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (ปีณธร, 2547)

ในการอบแห้งอาหารด้วยวิธีอื่นๆ มักจะมีปัญหาในเรื่องการใช้ความร้อนที่ทำให้อาหารแห้งทำให้คุณภาพที่ได้อาจลดลงหรือสูญเสียคุณค่าทางอาหารบางอย่างไปโดยเฉพาะวิตามิน ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาการกำจัดความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze Drying) หรือการทำแห้งแบบระเหิด (Sublimation Drying) ซึ่งมีชื่อเรียกเฉพาะว่า “Lyophilization” ซึ่งเป็นกระบวนการทำแห้งภายใต้สภาวะอุณหภูมิและความดันต่ำจึงช่วยให้ผลิตภัณฑ์คงคุณค่าทางโภชนาการ เนื้อสัมผัส โครงสร้าง สี กลิ่น และรสชาติได้ใกล้เคียงกับของสด ผลิตภัณฑ์ที่นิยมนำมาทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงและผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เนื่องจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งนี้ มีต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงทั้งเงินทุนตั้งต้นและค่าใช้จ่าย

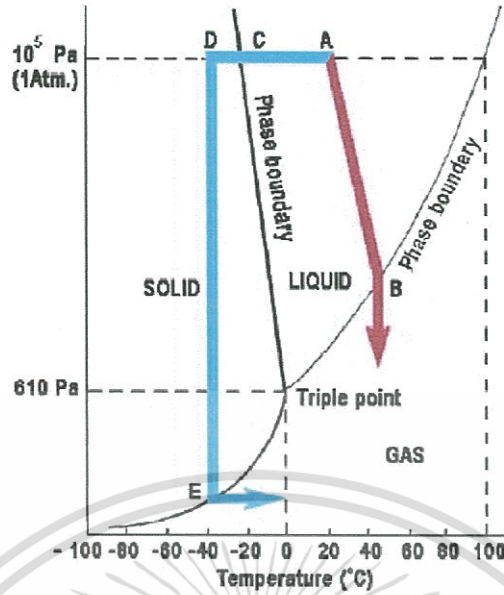
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินการ ดังนั้นการเลือกใช้เทคโนโลยีจึงต้องพิจารณาความต้องการของตลาดและปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ ควบคู่กันไปด้วย

ข้อดีของกระบวนการทำแห้งแบบเยือกแข็งคือ การกำจัดความชื้นสามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับอุณหภูมิสูงเกินไป นอกจากนี้ยังสามารถรักษาโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ในสภาพที่ยอมรับ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง โดยทั่วไปกระบวนการนี้ประกอบด้วย การแช่แข็งก่อนแล้วจึงให้ความร้อนแก่ผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้น้ำแข็งระเหิด ณ จุดนั้น แล้วไอจะถูกกำจัดออกไปทันที การระเหิดและกำจัดไอน้ำจะทำให้ผิวหน้าของน้ำแข็ง (ice front) ลดน้อยลง ขณะที่ ice front เคลื่อนห่างผิว ผลิตภัณฑ์จะมีการถ่ายเทความร้อนและการแพร่กระจายของไอ ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกอัตราการอบแห้งแบบระเหิดของผลิตภัณฑ์

2.4.1 หลักพื้นฐานของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

หลักพื้นฐานของกระบวนการทำแห้งชนิดต่างๆ สามารถอธิบายได้จากแผนภูมิสถานะ (Phase diagram) ของน้ำบริสุทธิ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ดังนี้ จุด A ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศปกติ (30 องศาเซลเซียส และ 105 ปาสคาล) น้ำอยู่ในสถานะของเหลว การทำแห้งโดยทั่วไป (Conventional Drying) จะให้พลังงานความร้อนกับผลิตภัณฑ์ จนถึงระดับความร้อนแฝงของการระเหยน้ำ (Latent Heat of Evaporation) น้ำภายในผลิตภัณฑ์ระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอที่จุด B แต่การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจะลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จนถึงจุดเยือกแข็ง C หรือจุด D ซึ่งต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เพื่อให้ น้ำภายในผลิตภัณฑ์สร้างผลึกเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งได้อย่างสมบูรณ์ จากนั้นลดความดันสู่สุญญากาศลงจนต่ำกว่าจุด E หรือเส้นขอบเขตของการเปลี่ยนสถานะ เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งภายในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหิดเปลี่ยนสถานะเป็นไอ และในขั้นตอนสุดท้ายจึงค่อยๆ ให้พลังงานความร้อนแฝงของการระเหิด ยกกระดับอุณหภูมิให้สูงขึ้น เพื่อให้ น้ำแข็งระเหิดเป็นไอได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 2.7 : แสดงแผนภูมิสถานะของน้ำบริสุทธิ์

ที่มา : ปณณธร (2547)

แต่ในความเป็นจริง ปริมาณความชื้นหรือน้ำที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ไม่ได้อยู่ในรูปของน้ำบริสุทธิ์ มักจะอยู่ผสมกับสารอื่นๆ ในรูปของตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute) ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ดังนั้นในการทำแห้งแบบเยือกแข็งกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด จึงมีข้อแตกต่างของจำกัดและมีลักษณะเฉพาะของแต่ละผลิตภัณฑ์ไม่เหมือนกัน จะขึ้นอยู่กับโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

2.4.2 คุณลักษณะของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

กระบวนการทำแห้งแบบเยือกแข็งมีคุณลักษณะที่แตกต่างไปจากการทำแห้งโดยทั่วไป คือ เป็นการทำแห้งภายใต้อุณหภูมิต่ำและความดันต่ำ ใช้เวลาการทำแห้งนาน เนื่องจากต้องการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์สดมากที่สุด ซึ่งกระบวนการและผลิตภัณฑ์จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีคุณลักษณะที่สำคัญดังนี้ คือ

ข้อดี คือ ผลิตภัณฑ์มีความเสียหายต่ำ โครงสร้างผลิตภัณฑ์มีรูพรุนมาก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สามารถคืนตัว (Rehydration) ได้อย่างรวดเร็ว

ข้อจำกัด คือ เครื่องมือมีราคาแพงกว่าการทำแห้งชนิดอื่นประมาณ 3 เท่าตัว มีความสิ้นเปลืองเวลาและพลังงานในการดำเนินการมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

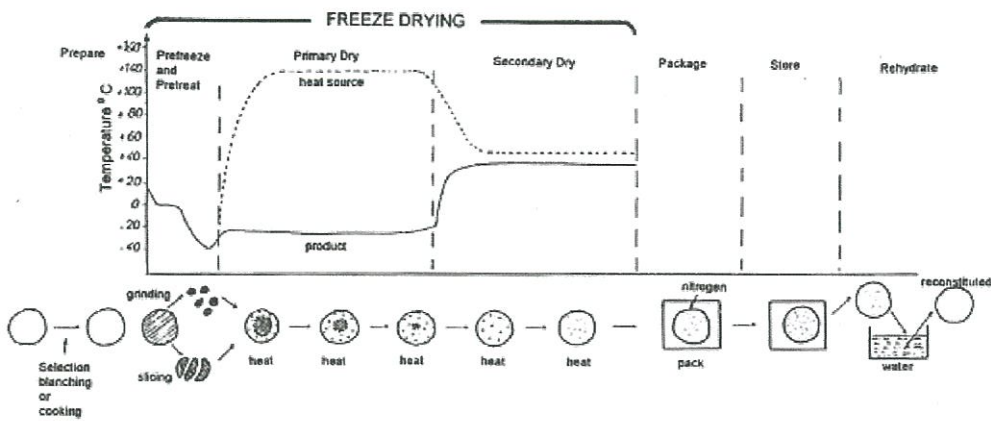
2.4.3 ขั้นตอนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

กระบวนการทำแห้งแบบเยือกแข็ง ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การแช่เยือกแข็ง (Freezing) การทำแห้งระยะที่ 1 (Primary Drying) และการทำแห้งระยะที่ 2 (Secondary Drying) โดยมีรายละเอียดของกระบวนการหลัก 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ

1) การแช่เยือกแข็ง (Freezing) เป็นการลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลงจนถึงจุดเยือกแข็งหรือต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ให้น้ำหรือสารละลายเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งได้อย่างสมบูรณ์ สิ่งสำคัญของขั้นตอนนี้ คือ การเกิดผลึกน้ำแข็ง ระดับความเร็วของการแช่เยือกแข็งควรเป็นการแช่แข็งแบบเร็ว (Quick freezing) ขึ้นไป เนื่องจากผลึกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็ก ซึ่งเกิดจากน้ำที่อยู่ภายในช่องว่างระหว่างเซลล์แข็งตัวอย่างรวดเร็ว ลักษณะของผลึกเช่นนี้ไม่ทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์เสียหาย แต่หากเป็นการแช่เยือกแข็งแบบช้า (Natural freezing) เวลาในการเกิดผลึกนาน ทำให้ผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่เปิดช่องว่างระหว่างเซลล์ทำให้เซลล์แตก โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ได้รับความเสียหาย

2) การทำแห้งระยะที่ 1 (Primary Drying) เป็นการลดความดันลง เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งที่อยู่ภายในเกิดการระเหิดเป็นไอออกไปจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระดับของความดันสุญญากาศควรอยู่ในระดับสุญญากาศละเอียด (Fine Vacuum) ถึงระดับสุญญากาศสูง (High Vacuum) ซึ่งมีความดันต่ำกว่า 132 ปาสคาล และ 132 เมกะปาสคาล ตามลำดับ การระเหิดของผลึกน้ำแข็งจึงเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีลำดับของการระเหิด คือ ชั้นแรกเป็นการระเหิดของชั้นน้ำแข็ง (Ice Layer) บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ชั้นต่อไปคือ ชั้นน้ำแข็งที่ระเหิดไปกลายเป็นชั้นแห้ง (Dry Layer) อยู่บริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ และชั้นสุดท้ายคือ ชั้นน้ำแข็งที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ ระเหิดผ่านชั้นแห้งออกไปสู่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เวลาการระเหิด (Sublimation Time) ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ แต่ละชนิดว่าโครงสร้างเซลล์โปร่งหรือแน่นเพียงใด

3) การทำแห้งระยะที่ 2 (Secondary Drying) เป็นการกำจัดน้ำที่อยู่ในรูปของพันธะกับสารอื่น (Bound Water) ในผลิตภัณฑ์ซึ่งไม่ตกผลึกและแข็งตัวไปกับน้ำอิสระ ช่วงการทำแห้งนี้ เรียกว่า “Desorption” ขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นเมื่อการทำแห้งระยะที่ 1 การระเหิดของน้ำอิสระหมดไปจากกราฟในรูปที่ 2.8 ช่วงของการ Desorption อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนแฝงให้ชั้นน้ำแข็งหมดไป พลังงานจากแหล่งความร้อนจึงถ่ายเทสู่ผลิตภัณฑ์โดยตรง



รูปที่ 2.8 : กราฟแสดงขั้นตอนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ที่มา : ปิ่นฉัตร (2547)

2.4.4 ผงโยเกิร์ต

ผงโยเกิร์ตมีสารอาหารอยู่หลากหลายและมีคุณค่า โดยหลังจากการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งแล้ว กิจกรรมที่อยู่ในผนังเซลล์ของเชื้อจะถูกยับยั้ง ผงโยเกิร์ตที่ได้นี้ไม่ต้องแช่ในตู้เย็น โดยผงโยเกิร์ตเตรียมได้จากหลายวิธีเช่น freeze-drying, spray-drying, microwave-drying และ vacuum-drying ก่อนที่จะทำแห้งจะทำการเก็บรักษาความเข้มข้นและประโยชน์ไว้โดยใช้วิธี cloth bag method, mechanical, centrifugation, ultrafiltration และ vacuum concentration (Kumar, 2004)

2.4.5 การบรรจุผลิตภัณฑ์ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคุณภาพสูง ดังนั้นการจัดเก็บและบรรจุภัณฑ์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีความไวต่อการเสียหายในสภาพบรรยากาศปกติ คุณสมบัติการดูดความชื้นกลับ (Hygroscopic) ปฏิกริยากับออกซิเจน ความเปรี้ยวและการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ด้วยเหตุนี้การเลือกบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจึงควรมีลักษณะดังนี้ คือ อยู่ภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง (Modify Atmosphere) เช่น การบรรจุแบบสุญญากาศ (Vacuum Pack) หรือการบรรจุแบบเติมไนโตรเจน (Nitrogen Pack) และอยู่ในภาชนะบรรจุที่มีการป้องกัน เช่น ถูกันกระแทก ครอบพลาสติกหรือโลหะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนิษฐา (2554) แก่นตะวัน หรือ Jerusalem artichoke มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus tuberosus* L. เป็นพืชที่มีหัวใต้ดินเพื่อสะสมอาหาร คือ อินนูลิน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีแซคคาไรด์ที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ และได้มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลายด้วยคุณสมบัติทางโภชนาการและคุณสมบัติทางเทคนิคการผลิตอาหาร แก่นตะวันเป็นพืชหัวที่มีอินนูลินอยู่ถึงร้อยละ 40 - 50 ของน้ำหนักแห้ง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณอินนูลินที่สกัดได้มากที่สุด ศึกษาผลของวิธีการสกัดอินนูลิน คือ water bath shake extraction, ultrasonic assisted extraction และ microwave-assisted extraction พบว่าการสกัดอินนูลินจากหัวแก่นตะวันด้วยวิธี microwave-assisted extraction ได้ปริมาณอินนูลินมากที่สุด ($P < 0.05$) และได้ศึกษาปัจจัยในการสกัด 3 ปัจจัย ปัจจัยละ 3 ระดับ คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด (45 55 และ 65 องศาเซลเซียส) ระยะเวลาในการสกัด (40 80 และ 120 นาที) และอัตราส่วนระหว่างตัวอย่างผงแก่นตะวันแห้งและน้ำกลั่น ซึ่งเป็นตัวทำละลาย 1:7 1:10 และ 1:13 ซึ่งสภาวะที่ให้ปริมาณผลผลิตสูงที่สุด คือ การสกัดที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 นาที และที่อัตราส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลาย 1:7 เป็นร้อยละ 40.47 42.94 และ 42.60 ตามลำดับ และเมื่อทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดโดยใช้ Response surface methodology และ Box-Benken experimental design คือ ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที และที่อัตราส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลาย 1:13 ได้ปริมาณอินนูลินร้อยละ 41.21

ดวงใจ และคณะ (2556) บะหมี่สดเป็นอาหารหลักที่นิยมบริโภคแต่มีใยอาหารต่ำ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโดยใช้ผงแก่นตะวัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบะหมี่สดผสมผงแก่นตะวัน โดยศึกษาตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการเตรียมผงแก่นตะวัน ในเรื่องระยะเวลาในการปอกเปลือก ระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกในการแช่ และระยะเวลาในการอบแห้ง ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่สดผสมผงแก่นตะวัน โดยแปรอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อผงแก่นตะวันเป็น 100:0 90:10 85:15 ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มของสีเหลือง ด้านกลิ่นรสของผงแก่นตะวัน ด้านความเหนียวและความนุ่ม พบว่าบะหมี่สดผสมผงแก่นตะวันอัตราส่วน 10:90 ได้คะแนนประสาทสัมผัสทุกด้านสูงสุด ($P < 0.05$) เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงแก่นตะวันพบว่ามียูเรียของค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตเป็น 8.42 8.14 0.30 5.28 และ 73.63 ตามลำดับ และบะหมี่สดผสมผงแก่นตะวันอัตราส่วน 10:90 เป็น 21.57 9.76 0.71 2.42 1.36 และ 66.79 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศิริพร และคณะ (2555) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณอินนูลิน และฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ [FOS ประกอบด้วย 1-kestoses (หรือ 1-kestotriose; GF2), nystose(1,1-kestotetraose; GF3) และ 1F- β -fructofuranosylnystose (1,1,1-kestopentaose ; GF4)] ในแก่นตะวันหรือจากรูชาเล็ม อาร์ติโชค 16 สายพันธุ์ ซึ่งมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้มีการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถเพาะปลูก และปรับตัวให้เหมาะสมต่อสภาพอากาศร้อนของประเทศไทย เก็บตัวอย่างแก่นตะวันแต่ละสายพันธุ์ประมาณ 1 กิโลกรัม นำไปวิเคราะห์ที่สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งทำการวิเคราะห์แบบปอกเปลือกและอีกส่วนหนึ่งแบบไม่ปอกเปลือก การวิเคราะห์อินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ เริ่มจากการสกัดตัวอย่างด้วยน้ำร้อน แล้วย่อยต่อด้วยเอนไซม์อินนูลินเนส จากนั้นนำมาวิเคราะห์โดยใช้ เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอินนูลินในแก่นตะวันทั้งแบบปอกเปลือกและไม่ปอกเปลือก อยู่ในช่วง 14.0 - 20.4 กรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม สายพันธุ์ที่พบอินนูลินปริมาณสูงคือ สายพันธุ์ JA38 และ CN 52867 (79.2 - 84.9 และ 70.5 - 77.6 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ตามลำดับ) ส่วนปริมาณฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ อยู่ในช่วง 3.0 - 6.6 กรัม ต่อน้ำหนักสด 100 กรัม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 19 ถึง 40 ของอินนูลินทั้งหมด สายพันธุ์ที่พบปริมาณฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์สูงคือสายพันธุ์ HEL69 และ JA38 (20.8 - 23.3 และ 20.9 - 22.7 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) สำหรับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่ามีความน้อยกว่า 3.5 กรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอินนูลิน GF-3, GF4 และ FOS พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในแก่นตะวันแบบปอกเปลือกและไม่ปอกเปลือก แก่นตะวันทั้ง 16 สายพันธุ์จัดเป็นพืชหัวที่มีอินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในระดับสูงมาก

Boemi และ Pourahmad (2012) ได้ตรวจสอบผลของคุณสมบัติอินนูลินของ โพรไบโอติก โยเกิร์ตที่ใช้ *Lactobacillus acidophilus* และ *Lactobacillus casei* ซึ่งใช้ปริมาณอินนูลิน แตกต่างกันได้แก่ ร้อยละ 1.5 2 และ 2.5 ใส่เพิ่มลงในโยเกิร์ต ส่วนในทางประสาทสัมผัส ค่า pH จำนวนแบคทีเรียชนิดโพรไบโอติก ความชื้นและความเหนียวของตัวอย่างทั้งหมดถูกประเมินผลไว้ในวันแรก ตัวอย่างซินไบโอติกโยเกิร์ตบรรจุอินนูลินไว้ร้อยละ 2 ซึ่งให้ผลทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด พวกมันถูกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 สัปดาห์และทำการวิเคราะห์ทุกๆ 7 14 และ 21 วัน ในระหว่างการเก็บรักษา ค่า pH ในตัวอย่างมีค่าลดลง แต่ค่าความหนืดจะเพิ่มมากขึ้น การขับของเหลวออกลดลงในวันที่ 14 และ 21 และหลังจากนั้นก็เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลรวมของโพรไบโอติกแบคทีเรียเพิ่มขึ้นจนกระทั่งวันที่ 7 และหลังจากนั้นก็เสื่อมลงแต่อัตราการลดลงเป็นไปแบบไม่มีนัยสำคัญ

Capela และคณะ (2006) ได้ทำการประเมินการรอดชีวิตของตัวอย่างแบคทีเรียโพรไบโอติก 4 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* และ *Bifidobacterium* spp. ในโยเกิร์ตชนิดครีมและโยเกิร์ตผงหลังผ่านกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา โดยศึกษาผลจากการทำ microencapsulation ของเชื้อโพรไบโอติกตลอดจนการเติมสารป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง และการปรับปรุงการรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติก ผลการศึกษาอัตราการรอดชีวิตของ *Bifidobacterium infantis* 17930 และ *L. rhamnosus* GG มีค่าลดลง ได้ค่าที่ 0.07 log ขณะที่ *L. casei* 1520 และ *Bifidobacterium longum* 1941 มีค่าลดลง ได้ค่าที่ 0.28 และ 0.39 log ตามลำดับ ซึ่งใน *L. casei* 1520 มีค่าสูงขึ้นร้อยละ 7 เมื่อเติม Unipectine™RS150 ร้อยละ 2.5 (ปริมาตรต่อปริมาตร) และเมื่อมีการเติม Raftilose ®P95 ร้อยละ 1.5 ในโยเกิร์ตจะอัตราการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นเป็น 1.42 ระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส Microencapsulation โดยใช้จลลินต์ จะทำให้ค่าการรอดชีวิตอยู่ที่ 0.31 log ในโยเกิร์ตชนิดผง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส

Gnanalakshmi และคณะ (2013) ได้ทำการตรวจสอบการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ใน spray drying และ freeze drying ในการทำ spray drying แบบให้อากาศออกที่ 70 องศาเซลเซียส พบว่า มีการรอดชีวิตของจุลินทรีย์สูงกว่า การรอดชีวิตที่พบมากที่สุดไนโยเกิร์ตแบบปกติ โดยถ้าเทียบระหว่างการรอดชีวิตของจุลินทรีย์จากวิธี freeze dried กับ spray dried นั้นพบว่า ข้อมูลเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติแล้วจะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญของการรอดชีวิตของ *S. salivarius* spp. *Thermophiles* จากนั้นเทียบคุณสมบัติทางเคมีของผงโยเกิร์ต โดยเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า *L. delbureckii* spp. *Bulgaricus* จะมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Irene และคณะ (2014) ได้ทำการตรวจสอบคุณสมบัติการเป็นโพรไบโอติกของสารอินนูลินที่สกัดจาก Jerusalem artichoke ที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ ในหลอดทดลอง และใช้ *Lactobacillus paracasei* เป็นโพรไบโอติก โดยใช้ตัวอย่างอินนูลินซึ่งได้จาก Jerusalem artichoke ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 - 5 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาต่างๆ เป็นเวลา 8 เดือน จากนั้นนำมาสกัดและทำการวิเคราะห์ ผลได้ของการสกัดปริมาณของอินนูลิน ค่าเฉลี่ยของจำนวนโมเลกุลของน้ำตาลที่อยู่ในโครงสร้างของตัวอย่างอินนูลินที่ได้ ซึ่งผลการทดลอง พบว่า ตัวอย่างที่สกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ทุกตัวอย่าง ผลได้และปริมาณของอินนูลินลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยค่าอินนูลินในเกรดอุตสาหกรรมอาหาร จะมีจำนวนโมเลกุลของน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 85 แต่ค่าเฉลี่ยของจำนวนของจำนวนโมเลกุลของน้ำตาลที่อยู่ในโครงสร้างของอินนูลินมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาจาก 12.1 เป็น 8.3 จากการประเมินค่าการทำงานของพรีไบโอติก ซึ่งพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณน้ำตาลกลูโคสของ *L. paracasei* พบว่า อินนูลินที่สกัดมาจากหัว Jerusalem artichoke ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือนในอุณหภูมิต่ำ ซึ่งพรีไบโอติกที่มีค่าสูงที่สุดนั้นมีผลสอดคล้องกับปริมาณอินนูลินที่เป็นเกรดอุตสาหกรรมอาหาร แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างที่สกัดได้มีความเหมาะสมที่นำมาใช้เป็นสารพรีไบโอติกที่อยู่ในอาหาร

Kailasapathy และคณะ (2007) ทำการประเมินผลของการเติมผลไม้ที่ผ่านการเตรียมทางการค้า ได้แก่ มะม่วง มิกซ์เบอร์รี่ เสาวรส และสตอเบอร์รี่ ต่อการรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติก ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10 และ *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* LAFTI® B94 ในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 35 วัน ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า การเติมผลไม้แต่ละชนิด 5 หรือ 10 กรัมต่อ 100 กรัม ไม่มีผลต่อการรอดชีวิตของทั้งสองสายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้น *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10 โยเกิร์ตด้วย 10 กรัมต่อ 100 กรัมของเสาวรหรือมิกซ์เบอร์รี่ หลังจากที่ได้มีการเพิ่มผลไม้ร้อยละ 96 ของโยเกิร์ตที่รวมตัวกันกับผลไม้จะไม่แสดงการสูญเสียในการรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติกมากขึ้นเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตธรรมดาในช่วงระยะเวลาที่จัดเก็บ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด - ด่างภายหลังการเก็บรักษาโยเกิร์ตและการรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติกสามารถสังเกตได้ว่า โยเกิร์ตทั้งหมดมีระดับของแบคทีเรียโพรไบโอติกที่แนะนำอยู่ที่ $10^6 - 10^7$ cfu/g ที่ช่วงปลายของเก็บรักษา 35 วัน

Pasephol และ Sherkat (2009) ได้ทำการเตรียมอินนูลินที่สกัดได้จากแก่นตะวัน และเปรียบเทียบกับอินนูลินที่เตรียมจากรากของชิกโครีทางการค้า 2 ชนิด เพื่อประเมินศักยภาพในการเป็นพรีไบโอติกในอาหาร media broth และศึกษาความสามารถในการเจริญในโยเกิร์ตขาดมันเนย โดยเตรียมโยเกิร์ตจากหางนม (Skim milk) ร้อยละ 12 กับผงอินนูลิน (inulin powder) ร้อยละ 4 และใช้เชื้อผสม คือ *Lactobacillus casei* LC-01, *Streptococcus thermophiles* และ *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ข้ามคืน และใช้ชุดควบคุมเป็นโยเกิร์ตที่มีส่วนประกอบเป็นหางนม (skim milk) ร้อยละ 16 ตรวจสอบการรอดชีวิตและการเกิดกรดในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองพบว่า การเติมอินนูลินจากวุ้นแค้นตะวันจะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ LC-01 โดยช่วยให้เชื้อมีจำนวนเซลล์มากกว่า 7.0 log CFU/g ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ แต่ไม่มีผลต่อแบคทีเรียในโยเกิร์ตเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

- 1) หัวแค้นตะวันสดที่เพาะปลูกจากสถานีวิจัยเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และนำมาจำหน่ายที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- 2) หัวเชื้อโพรไบโอติกผงชนิดพรีซเตราย (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus*) รหัส ABY-3 ยี่ห้อ CHR HANSEN
- 3) นมจืดพาสเจอร์ไรซ์ ยี่ห้อเมจิ
- 4) กลิ่นสตอเบอร์รี่และสีสังเคราะห์สีชมพู
- 5) น้ำตาลทราย

3.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

- 1) อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ยี่ห้อ SRL
- 2) กรดซิตริก (Citric acid) ยี่ห้อ AnalaR®
- 3) สารละลาย DNS (3,5-Dinitrosalicylic acid) ยี่ห้อ Sigma
- 4) ฟีนอล (phenol) ยี่ห้อ Fisher scientific
- 5) กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H₂SO₄ ร้อยละ 98) ยี่ห้อ Univar
- 6) โซเดียมไฮดรอกไซด์ ยี่ห้อ Fisher chemical
- 7) กรดไฮโดรคลอริก ยี่ห้อ CARLO ERBA
- 8) ปีโตรเลียมอีเทอร์ ยี่ห้อ Panreac
- 9) โซเดียมคลอไรด์ ยี่ห้อ Emsure®
- 10) เปปโตน ยี่ห้อ TM media

3.3 อุปกรณ์

- 1) เครื่องสกัดไขมันแบบ Soxhlet
- 2) เครื่องวิเคราะห์เยื่อใยหยาบ (FIWE)
- 3) เครื่องวัดสี Minolta CR-300
- 4) ตู้บลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) บริษัท กล้วยน้ำไท
- 5) ตู้บลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6) เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ยี่ห้อ LABCONCO
- 7) ตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Thermo scientific
- 8) ตู้บ่ม (incubator) อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส บริษัท ไชแอนติฟิคโพรโมชัน จำกัด
- 9) ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar) บริษัท เมเจอร์ ไชแอนติฟิค โพรดักส์ จำกัด
- 10) หม้อนึ่งไอน้ำ (Autoclave) ยี่ห้อ Hirayama
- 11) ตะแกรงร่อน ขนาด 100 ไมครอน
- 12) เครื่องผสมอาหาร
- 13) อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- 14) ภาชนะที่มีฝาปิดสนิท

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมผงแก่นตะวัน

นำหัวแก่นตะวันสดมาศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมโยอาหารจากแก่นตะวัน โดยมีวิธีการทดลอง 2 วิธี ดังนี้

1) วิธีการที่ 1 (ขนิษฐา, 2554)

นำแก่นตะวันมาล้างทำความสะอาดเศษดินและสิ่งสกปรกออกด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง จากนั้นปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นบางๆ ให้มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด และร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาด 100 ไมครอน จะได้แก่นตะวันที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด

2) วิธีการที่ 2 (ดวงใจ และคณะ, 2556)

นำหัวแก่นตะวันที่ผ่านการล้างทำความสะอาดแล้วไปนึ่งด้วยไอน้ำร้อนเป็นเวลา 2.5 นาที แล้วนำมาปอกเปลือก จากนั้นหั่นให้เป็นชิ้นบางๆ นำมาแช่ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้งและนำมาผึ่งให้แห้งก่อนนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด และร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาด 100 ไมครอน จะได้ผงแก่นตะวันที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด

จากนั้นนำผงแก่นตะวันที่เตรียมได้จากทั้ง 2 วิธีการไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ภายภาพ จุลินทรีย์ รวมทั้งการหาปริมาณอินนูลิน เพื่อคัดเลือกวิธีการเตรียมผงแก่นตะวันที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

3.4.2 การศึกษาปริมาณผงแก่นตะวันที่เหมาะสมในผลิตโยเกิร์ต

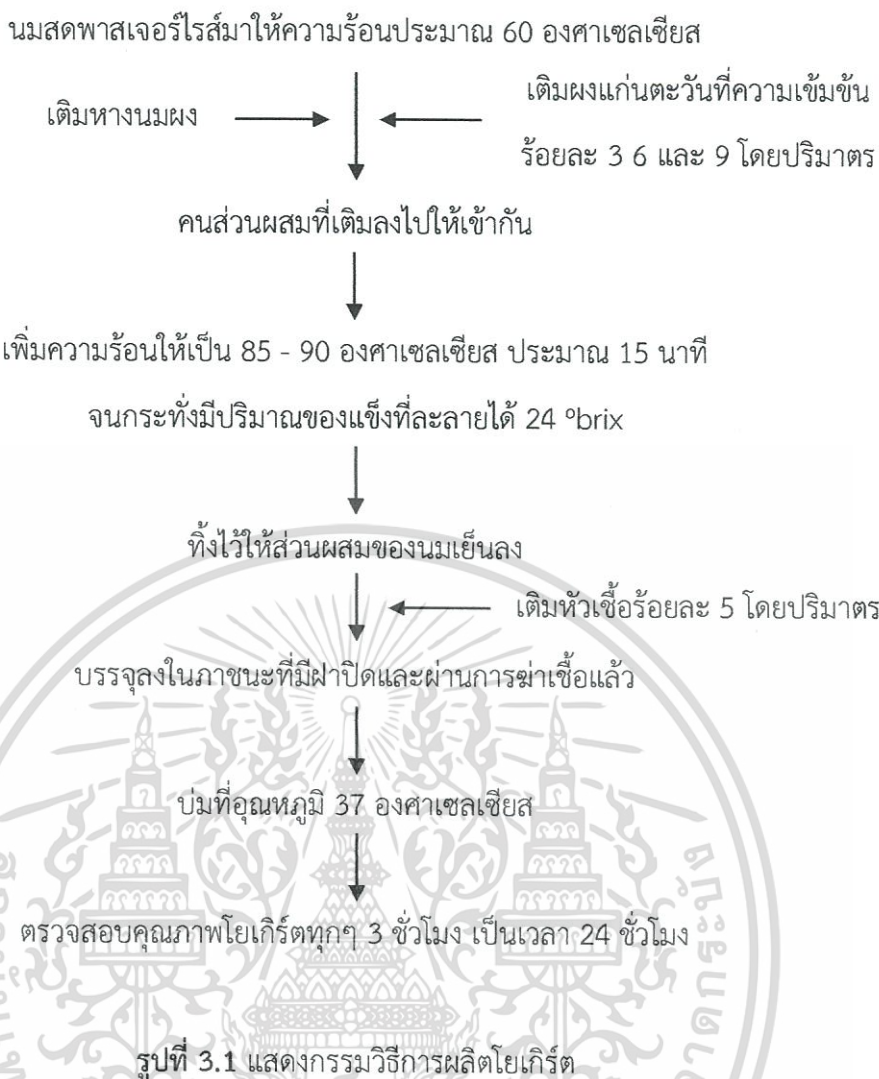
3.4.2.1 การเตรียมหัวเชื้อโพรไบโอติก

การเตรียมหัวเชื้อในการทดลองครั้งนี้ ใช้เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกสำเร็จรูปชนิดพรีซดราย ประกอบด้วยเชื้อ *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophiles* ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมดังนี้

นำนมสดพาสเจอร์ไรส์ชนิดจืด ปริมาตร 100 มิลลิลิตร มาให้ความร้อนประมาณ 85 - 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มาใส่ในภาชนะที่มีฝาปิดและผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว และทิ้งให้นมเย็นลง จากนั้นใส่เชื้อสำเร็จรูปลงไปนึ่งนมสดประมาณ 1 กรัม นำไปบ่มที่ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง

3.4.2.2 การเตรียมโยเกิร์ต

ตวงนมสดพาสเจอร์ไรส์ใสในหม้อ ตั้งไฟให้ความร้อนปานกลางประมาณ 60 องศาเซลเซียส ใส่ผงแก่นตะวันที่ความเข้มข้นร้อยละ 3, 6 และ 9 โดยปริมาตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเพิ่มความร้อนให้อุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 85 - 90 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 นาที จนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 24 °brix โดยปริมาตร และทิ้งไว้ให้ส่วนผสมของนมเย็นลง แล้วเติมหัวเชื้อที่ได้เตรียมไว้ลงไปปริมาณ ร้อยละ 5 โดยปริมาตร คนให้หัวเชื้อและนมเข้ากัน จากนั้นเทส่วนผสมของนมลงในถ้วยพร้อมฝาปิดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว หลังจากนั้นปิดฝาให้สนิท และนำไปบ่มในตู้บ่มที่มีอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ตรวจสอบคุณภาพของโยเกิร์ตทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง (รูปที่ 3.1)



ตรวจสอบคุณภาพของโยเกิร์ตทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังนี้

- 1) ตรวจวิเคราะห์การเจริญของแบคทีเรียโพรไบโอติก โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อในอาหารแข็ง GYP และปั่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- 2) วัดปริมาณกรดในรูปกรดแลคติก
- 3) วัดค่าความเป็นกรด - ต่าง โดยใช้เครื่อง pH meter
- 4) วัดปริมาณของแข็งละลายได้ โดยใช้เครื่อง Reflectrometer

จากนั้นทำการคัดเลือกปริมาณผงแก่นตะวันที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากปริมาณเชื้อ โพรไบโอติก ปริมาณกรดแลคติก และคุณภาพของโยเกิร์ตที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การผลิตโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตผสมอาหารจากแก่นตะวัน

เมื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ผสมโยเกิร์ตผสมอาหารจากแก่นตะวันในปริมาณที่เหมาะสมแล้วจากหัวข้อ 3.4.2 นำโยเกิร์ตที่ได้ไปเตรียมเป็นโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ต โดยเริ่มจากนำโยเกิร์ตมาผสมกับนมสดพาสเจอร์ไรด์ชนิดจืดและน้ำเชื่อมที่มีปริมาณของแข็งละลายได้ 24 °brix ในอัตราส่วนของโยเกิร์ต 100 กรัมต่อนมสด 30 มิลลิลิตรต่อน้ำเชื่อม 70 มิลลิลิตร และเติมกลิ่นสตอเบอร์รี่และสีชมพูซึ่งได้จากการสังเคราะห์ลงไปเล็กน้อย จากนั้นผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมอาหารที่ความเร็วรอบปานกลางเป็นเวลา 1 นาที ก็จะได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผสมโยเกิร์ต เพื่อที่จะนำไปทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศเพื่อให้เป็นโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตชนิดผงต่อไป (รูปที่ 3.2)



3.4.4 การผลิตโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตชนิดผง

นำโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตที่ได้จากข้อ 3.4.3 มาแปรรูปเป็นโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตชนิดผง โดยการนำโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตมาเทลงในถาดสแตนเลส ให้มีความหนาของโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นห่อด้วยถุงเย็น แล้วนำเข้าตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตแข็งตัว จะนำเข้าเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze Dry) เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง จากนั้นนำโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตที่แห้งเป็นแผ่นมาบดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร ก็จะได้เป็นโยเกิร์ตผสมโยเกิร์ตชนิดผง นำไปบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งมีวิธีการเตรียมดังแสดงในรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำโยเกิร์ตสมูทตี้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.4.3 มาเทลงในภาตสแตนเลส

โดยให้เนื้อของโยเกิร์ตสมูทตี้มีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร

นำภาตเข้าสู่แช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำภาตเข้าเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

บดโยเกิร์ตสมูทตี้ให้เป็นผงละเอียด

โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง

ที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยด์

รูปที่ 3.3 แสดงกรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง

นำโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงมาผสมกับน้ำต้มสุกในอัตราส่วนของผง 10 กรัมต่อน้ำต้มสุก 15 มิลลิลิตร แล้วนำโยเกิร์ตสมูทตี้ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

- 1) การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วัตถุประสงค์
- 2) การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Crude fiber) วัตถุประสงค์ความเป็นกรด – ด่าง วัดปริมาณกรดในรูปกรดแลคติก (Total titrable acidity) และวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้
- 3) ตรวจสอบการรอดชีวิตของแบคทีเรียโพรไบโอติก

3.4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงในระหว่างการเก็บรักษา

นำโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่มีปริมาณใยอาหารมาเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ โดยปิดปากถุงให้สนิท แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ การละลาย และวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก ทุกสัปดาห์เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ
 - ทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่าสี
2. การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี
 - ทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ วัดค่าความเป็นกรด – ต่าง วัดปริมาณกรดในรูปกรดแลคติก (Total titrable acidity) และวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร
3. การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์
 - ตรวจสอบปริมาณของเชื้อในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง โดยใช้เทคนิค pour plate
4. การตรวจสอบการละลายของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง

3.4.6 การตรวจสอบคุณภาพ

3.4.6.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ตามวิธีการ AOAC (1995) ซึ่งแต่ละวิธี อยู่ในภาคผนวก ข ได้แก่

- 1) ปริมาณความชื้น (Moisture content)
- 2) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ด้วยวิธี Hot air Oven
- 3) ปริมาณโปรตีน (Crude protein) ด้วยวิธี Kjeldahl method
- 4) ปริมาณไขมัน (Crude fat) ด้วยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction method)
- 5) ปริมาณเถ้าทั้งหมด (Total ash)
- 6) ปริมาณเยื่อใยหยาบ (Crude fiber)

3.4.6.2 การตรวจคุณภาพทางกายภาพ

- 1) การวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR-300 โดยวัดในระบบ CIE L*a*b*
- 2) การตรวจสอบการละลายโดยใช้วิธีการของ Sulieman และคณะ (2014) ซึ่งผงโยเกิร์ตสมูทตี้มา 10 กรัม เติมน้ำต้มสุกปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าด้วยความเร็วสม่ำเสมอเป็นเวลา 1 นาที และตั้งทิ้งไว้ 15 นาที หลังจากนั้นนำโยเกิร์ตสมูทตี้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ทิ้งไว้ 1 นาทีและนำมาปั่นเหวี่ยงซ้ำอีกที่ความเร็วและเวลาเท่าเดิม จากนั้นจึงวัดความสูงของตะกอนที่เกิดขึ้นในหน่วยของมิลลิลิตร

3.4.6.3 การตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- 1) ตรวจคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผงแค้นตะวัน โดยใช้เทคนิค pour plate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตและโยเกิร์ตสมูทที่ชนิดผงในระหว่างการเก็บรักษา โดยใช้เทคนิค Pour Plate ในอาหารแข็ง GYP บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไร้อากาศ เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง

3.4.6.4 การวิเคราะห์ปริมาณอินนูลิน (ชนิษฐา, 2554)

การวิเคราะห์ปริมาณอินนูลิน ใช้วิธีทางอ้อม (Indirect method) โดยใช้ผลต่างของปริมาณ Total carbohydrate ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ Phenol-sulphuric acid method และปริมาณ reducing sugar ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ DNS method

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติขององค์ประกอบทางเคมีพื้นฐาน คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ของผงแกล่นตะวัน นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแตกต่าง โดยวิธี T-Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 20.0

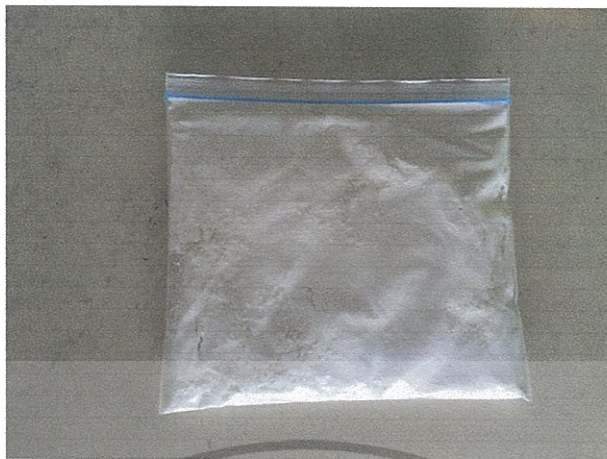
สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ การละลายของ โยเกิร์ตสมูทตี และการตรวจสอบคุณภาพของจุลินทรีย์ นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแตกต่าง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 20.0

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1. การตรวจสอบคุณภาพผงแก่นตะวัน

จากการเตรียมผงแก่นตะวัน โดยใช้วิธีการของชนิษฐา (2554) และวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556) จากนั้นนำผงแก่นตะวันทั้ง 2 วิธี มาตรวจสอบคุณภาพทางด้านต่างๆ ได้แก่ คุณภาพทางด้านเคมี คุณภาพทางด้านกายภาพ คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ และปริมาณอินนูลิน ตามวิธีการของชนิษฐา (2554)

จากการวัดค่าสีในระบบ CIE $L^*a^*b^*$ ได้ผลดังตารางที่ 4.1 พบว่าสีของผงแก่นตะวันจากวิธีการของชนิษฐา (2554) ให้เป็นวิธีที่ 1 และวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556) ให้เป็นวิธีที่ 2 พบว่า ค่า L^* (L^* หมายถึง ค่าที่บอกถึงความสว่าง) ของวิธีที่ 1 มีค่าอยู่ที่ 81.56 ± 0.29 และวิธีที่ 2 อยู่ที่ 78.67 ± 5.10 จากค่าที่ได้พบว่า วิธีที่ 1 นั้นจะให้ค่าที่ดีกว่า เนื่องจากค่า L^* เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสว่างของผลิตภัณฑ์ ซึ่งวิธีที่ 1 นั้นให้ค่าที่มากกว่า แสดงให้เห็นว่า ผงแก่นตะวันที่ได้มีสีขาวและสว่างกว่าวิธีที่ 2 ซึ่งเป็นผลดีต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป ส่วนค่า b^* (b^* หมายถึง ค่าที่บอกถึงสีน้ำเงินและสีเหลือง) ของวิธีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 12.76 ± 1.33 และวิธีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 13.82 ± 4.37 จากค่าที่ได้พบว่า วิธีที่ 1 นั้นจะให้ค่าที่น้อยกว่าวิธีที่ 2 ซึ่งจะส่งผลดีต่อการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มากกว่า เนื่องจากค่า b^* เป็นค่าที่แสดงถึงค่าสีเหลืองในผงแก่นตะวัน ซึ่งวิธีที่ 1 ให้ค่าที่น้อยกว่า แสดงว่า ผงแก่นตะวันที่ได้มีลักษณะเป็นสีเหลืองน้อยกว่าผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีที่ 2 ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการวัดค่าสีจะพบว่า ผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) นั้นให้ค่าที่ดีกว่า ทั้งค่า L^* และ b^* ทำให้ได้ผงแก่นตะวันที่ได้มีความขาวมากกว่าผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีที่ 2 ของดวงใจ และคณะ (2556) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และแสดงค่าที่ได้ในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผงแก่นตะวันจากวิธีการของชนิษฐา (2554)

การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ตามวิธีการของ AOAC (1995) พบว่า ผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการที่ 1 ซึ่งมีปริมาณความชื้นคิดเป็นน้ำหนักแห้ง ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเยื่อใย หยาบ ปริมาณเถ้าทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดนั้น มีค่าเท่ากับ 6.06 ± 0.43 , 0.38 ± 0.46 , 0.58 ± 0.28 , 2.81 ± 0.83 , 4.89 ± 1.80 และ 94.29 ± 0.38 ตามลำดับ ส่วนผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 5.51 ± 1.35 , 0.94 ± 0.32 , 1.11 ± 0.40 , 2.14 ± 0.68 , 5.80 ± 0.32 และ 94.74 ± 1.25 ตามลำดับ ดังแสดงที่ตาราง 4.1 เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนของปริมาณอินนูลินที่ได้จากวิธีการที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.65 ± 0.12 และวิธีการที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.27 ± 0.11 ซึ่งจากค่าได้พบว่า วิธีการที่ 1 ซึ่งเป็นวิธีการของชนิษฐา (2554) ให้ค่าสูงกว่าวิธีการที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556) ซึ่งปริมาณอินนูลินมีผลต่อการคัดเลือกวิธีการในการผลิตโยเกิร์ต เนื่องจากอินนูลินเป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก ซึ่งมีส่วนช่วยในเรื่องของการขับถ่ายและปรับสมดุลในระบบย่อยอาหาร ซึ่งเป็นผลพลอยได้ นอกเหนือจากใยอาหารที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน และจากการวิเคราะห์ค่าสีและการตรวจสอบทางเคมี พบว่า ผงแก่นตะวันที่ได้จากการนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (วิธีการที่ 1) นั้น ให้ความขาวของผงแก่นตะวันที่ดีกว่า รวมถึงการสังเกตพบว่า ผงแก่นตะวันมีลักษณะเป็นผงที่ละเอียด ซึ่งเหมาะแก่การนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อทำการศึกษาต่อในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการตรวจสอบคุณภาพโยอาหารจากผงแก่นตะวันทั้งการตรวจสอบทางด้านกายภาพ การตรวจสอบทางเคมี การตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ และการวิเคราะห์ปริมาณอินนูลิน

การตรวจสอบคุณภาพ		วิธีการ	
		วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2
คุณภาพทางกายภาพ			
	L*	81.56 ^a ± 0.29	78.67 ^a ± 5.10
ค่าสีในระบบ CIE	a*	1.45 ^a ± 0.57	2.03 ^a ± 0.86
	b*	12.76 ^a ± 1.33	13.82 ^a ± 4.37
คุณภาพทางเคมี			
ปริมาณความชื้นของน้ำหนักแห้ง		6.06 ^a ± 0.43	5.51 ^a ± 1.35
ปริมาณโปรตีน		0.38 ^a ± 0.46	0.94 ^a ± 0.32
ปริมาณไขมัน		0.58 ^b ± 0.28	1.11 ^a ± 0.40
ปริมาณเยื่อใยหยาบ		2.81 ^a ± 0.83	2.14 ^a ± 0.68
ปริมาณเถ้าทั้งหมด		4.89 ^a ± 1.80	5.80 ^a ± 0.32
ปริมาณของแข็งทั้งหมด		94.29 ^a ± 0.38	94.74 ^a ± 1.25
ปริมาณอินนูลิน		1.65 ^a ± 0.12	1.27 ^b ± 0.11
คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์			
การปนเปื้อนของเชื้อ (CFU/g)		น้อยกว่า 3×10^2	น้อยกว่า 3×10^2

หมายเหตุ : L* เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีดำ/สีขาว ; ค่า 0 = สีดำ, ค่า 100 = สีขาว

a* เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีแดง/สีเขียว ; ค่า + = สีแดง, ค่า - = สีเขียว

b* เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีเหลือง/สีน้ำเงิน ; ค่า + สีเหลือง, ค่า - = สีน้ำเงิน

วิธีการที่ 1 คือ วิธีการของชนิษฐา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ วิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

อักษร a-b ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. การศึกษาปริมาณผงแก่นตะวันผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

4.2.1. การตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก

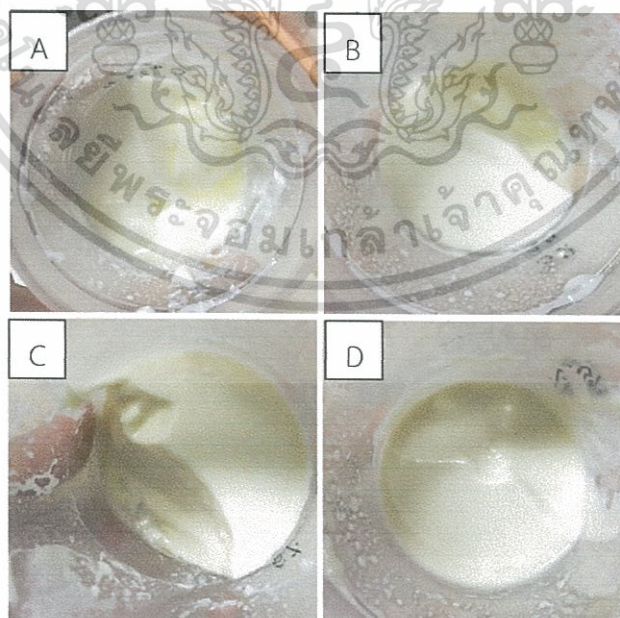
จากการผลิตโยเกิร์ต โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มโพรไบโอติก 3 ชนิด ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* และทดลองเติมผงแก่นตะวันที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 จากนั้นสุ่มตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมาตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงตามตารางที่ 4.2

จากการทดลองพบว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 นั้น มีการเจริญแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่โยเกิร์ตที่ผสมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 และ 6 นั้นให้ผลการเจริญเติบโตดีกว่าโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 9 ซึ่งสามารถเห็นความแตกต่างได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป จนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 24 พบว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 มีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 10.25 ± 0.02 ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตที่สูงที่สุดในชั่วโมงที่ 24 โดยผลการทดลองมีความขัดแย้งกับการเจริญเติบโตทั่วไป คือ ถ้ามีการเติมผงแก่นตะวันในจำนวนมาก การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกควรจะมีการเจริญเติบโตมากขึ้นตามปริมาณของผงแก่นตะวันที่มีการเติมในโยเกิร์ต เนื่องจากผงแก่นตะวันนั้นเป็นแหล่งของซูโครส ฟรุคโตส และอินนูลิน (Swanton, 1994) ซึ่งเป็นสารที่เชื้อโพรไบโอติกใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลิตภัณฑ์ แต่จากการทดลองพบว่าการเติมนั้นไม่ได้มีผลสอดคล้องกับการเจริญโต เนื่องจากปริมาณการเติมผงแก่นตะวันในโยเกิร์ตที่ร้อยละ 3 นั้น ให้ปริมาณการเจริญเติบโตของเชื้อโพรไบโอติกสูงที่สุด ซึ่งอาจจะมีสาเหตุที่เกิดมาจากการดูดซึมน้ำอิสระของผงแก่นตะวัน เนื่องจากผงของแก่นตะวันบางส่วนนั้นเป็นใยอาหารที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ จึงทำให้เกิดการดูดน้ำเข้าสู่ผงแก่นตะวัน และทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นขาดปริมาณน้ำอิสระที่จำเป็นต่อกิจกรรมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก นอกจากนั้นใยอาหารที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ยังไม่สามารถเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหมักได้อีกด้วย (ประสงค์, 2558) ซึ่งการเติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 9 อาจเป็นปริมาณที่มากเกินไป จึงทำให้น้ำอิสระในผลิตภัณฑ์นั้นถูกดูดซึมเข้าสู่ผงแก่นตะวัน และทำให้เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกไม่สามารถนำน้ำอิสระไปใช้งานได้เพียงพอต่อการเจริญเติบโต นอกจากนั้นแล้ว การยับยั้ง (Inhibition) ยังเป็นสาเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้ ซึ่งการยับยั้งนั้นเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น จากปริมาณสารตั้งต้นที่มากเกินไป ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักมากเกินไป หรืออาจเกิดจากการผลิตสารพิษของจุลินทรีย์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากสาเหตุเหล่านี้ จะมีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในเซลล์ เพื่อลดกิจกรรมภายในเซลล์ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต หรือการสร้างผลิตภัณฑ์ของเชื้อฟรีไบโอติก โดยสันนิษฐานว่า ความเป็นไปได้ที่จะเกิดการยับยั้งจากสารตั้งต้น เนื่องจากมีสารตั้งต้นที่มากเกินไปจนความจำเป็น ทำให้เกิดการยับยั้งการสังเคราะห์สารเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ในเซลล์

จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแก่น ตะวันที่ความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างกัน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกัน โดยโยเกิร์ตที่ไม่เติมผงแก่นตะวัน จะมีการเกิดเคิร์ดของโยเกิร์ตที่ดี แต่ใช้เวลานานกว่าความเข้มข้นอื่นๆ การเกิดเคิร์ด จะเริ่มในชั่วโมงที่ 9 ในขณะที่โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 6 และ 9 นั้น มีการเกิดเคิร์ดในชั่วโมงที่ 6 และมีรสชาติที่เปรี้ยวปกติ มีกลิ่นและรสชาติที่ดี โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวัน ความเข้มข้นร้อยละ 3 จะมีผลการสังเกตใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ไม่เติมผงแก่นตะวัน แต่จะมีการเกิด เคิร์ดของโยเกิร์ตที่เร็วกว่า และมีรสชาติที่เปรี้ยวมากกว่า ส่วนโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้น ร้อยละ 6 จะมีรสชาติเปรี้ยวและการเกิดเคิร์ดที่ไว แต่ไม่เซ็ดตัวดี คือ ยังมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเหลว เมื่อเทียบกับโยเกิร์ตที่ไม่เติมผงแก่นตะวัน และโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ส่วนโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 9 นั้นพบว่า การเกิดเคิร์ดเกิดได้ไม่ดี มีลักษณะ ค่อนข้างเหลว และมีรสชาติของแป้งร่วมด้วย แต่ก็ยังมีรสชาติที่เปรี้ยวดี ลักษณะการเกิดเคิร์ดของ โยเกิร์ตจะแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ลักษณะการเกิดเคิร์ดของโยเกิร์ตที่ความเข้มข้นของผงแก่นตะวันร้อยละ 0 (รูป A) 3 (รูป B) 6 (รูป C) และ 9 (รูป D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกของโยเกิร์ตที่เติมผงแกนตะวัน ในระหว่างการหมัก เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

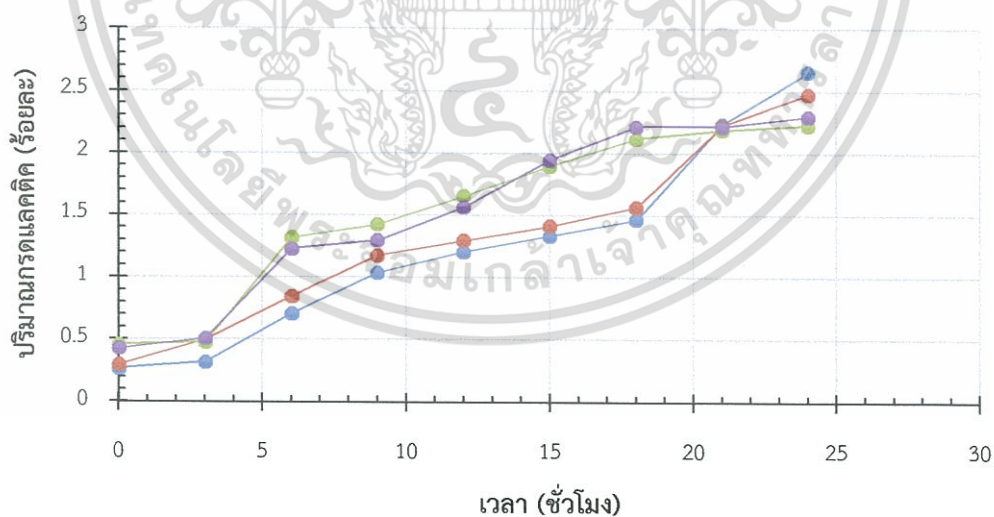
ปริมาณ ผงแกนตะวัน (ร้อยละ)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก (logCFU/ml)								
	ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	4.34 ^a ± 0.00	5.10 ^b ± 0.02	6.08 ^b ± 0.08	7.23 ^b ± 0.00	8.15 ^b ± 0.05	8.31 ^b ± 0.04	9.12 ^b ± 0.05	9.38 ^b ± 0.06	9.51 ^b ± 0.03
3	4.35 ^a ± 0.01	5.22 ^a ± 0.04	6.42 ^a ± 0.13	7.50 ^a ± 0.10	8.50 ^a ± 0.03	8.57 ^a ± 0.06	9.44 ^a ± 0.11	9.65 ^a ± 0.02	10.25 ^a ± 0.02
6	4.34 ^a ± 0.00	5.08 ^b ± 0.00	6.17 ^{ab} ± 0.02	7.33 ^{ab} ± 0.07	8.08 ^b ± 0.17	8.29 ^b ± 0.08	8.98 ^b ± 0.01	9.43 ^b ± 0.09	9.48 ^b ± 0.08
9	4.34 ^a ± 0.00	5.06 ^b ± 0.03	6.04 ^b ± 0.11	7.17 ^b ± 0.13	7.34 ^c ± 0.11	8.20 ^b ± 0.12	8.32 ^c ± 0.03	9.27 ^b ± 0.01	9.45 ^b ± 0.06

- หมายเหตุ :
1. การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกของโยเกิร์ต โดยแสดงในรูป ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. อักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ดังนั้นการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก สามารถสรุปได้ว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวัน ความเข้มข้นร้อยละ 3 มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกมากที่สุด โดยสังเกตได้จากความแตกต่างของการเจริญเติบโตตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 และเมื่อครบชั่วโมงที่ 24 โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ก็ยังให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนั้นยังสามารถดูจากการสังเกตลักษณะของผลิตภัณฑ์คือ การเกิดเคิร์ด ซึ่งโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 จะเกิดเคิร์ดตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 และเซ็ทตัวได้ดีตลอดระยะเวลาการหมัก ส่วนกลิ่นและรสชาติที่เกิดขึ้นนั้น มีความใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมผงแก่นตะวัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวเบื้องต้นทำให้เกิดผลดีต่อการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป

4.2.2. การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก

การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก เป็นการวัดปริมาณกรดแลคติก ซึ่งเกิดจากการเพาะเลี้ยงในสภาวะไร้อากาศของจุลินทรีย์กลุ่มแลคติก ตรวจสอบโดยใช้วิธีการไทเทรตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มัล และใช้ฟีนอล์ฟทาลินเป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อถึงจุดยุติ สารตัวอย่างจะมีสีชมพู (ค่าความเป็นกรด – ต่างเท่ากับ 7) โดยแบ่งตัวอย่างออกเป็นระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 ทำการทดสอบทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลารวม 24 ชั่วโมง ดังแสดงผลในรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 (●) 3 (●) 6 (●) และ 9 (●) เมื่อหมักเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ปริมาณกรดแลคติกที่ของโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวัน ในระหว่างการหมัก เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ปริมาณ ผงแก่นตะวัน (ร้อยละ)	ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก (ร้อยละ)								
	ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	0.27 ^c ± 0.01	0.32 ^b ± 0.02	0.71 ^c ± 0.09	1.04 ^d ± 0.03	1.21 ^d ± 0.04	1.34 ^c ± 0.03	1.47 ^b ± 0.02	2.24 ^a ± 0.02	2.66 ^a ± 0.08
3	0.30 ^b ± 0.02	0.50 ^a ± 0.02	0.85 ^b ± 0.03	1.18 ^c ± 0.08	1.30 ^c ± 0.02	1.42 ^b ± 0.04	1.57 ^b ± 0.13	2.23 ^a ± 0.05	2.48 ^b ± 0.02
6	0.46 ^a ± 0.01	0.48 ^a ± 0.01	1.32 ^a ± 0.03	1.43 ^a ± 0.01	1.66 ^a ± 0.01	1.90 ^a ± 0.03	2.12 ^a ± 0.02	2.19 ^a ± 0.01	2.23 ^c ± 0.04
9	0.43 ^a ± 0.01	0.51 ^a ± 0.04	1.23 ^a ± 0.04	1.30 ^b ± 0.01	1.57 ^b ± 0.02	1.95 ^a ± 0.03	2.22 ^a ± 0.03	2.22 ^a ± 0.03	2.30 ^c ± 0.07

- หมายเหตุ :
1. ปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ต โดยแสดงในรูป ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. อักษร a-d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 4.3) และการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของกรดแลคติก ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจากรูปที่ 4.3 พบว่า ปริมาณกรดแลคติกของโยเกิร์ตในทุกๆ ความเข้มข้น มีแนวโน้มมากขึ้นตามระยะเวลาในการหมัก ซึ่งความเข้มข้นที่มีปริมาณแลคติกมากที่สุด เมื่อระยะเวลา 24 ชั่วโมง คือ โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 9 และ 6 ตามลำดับ ปริมาณกรดแลคติกจะมีผลสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก เนื่องจากกรดแลคติกนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ปฐมภูมิ (Primary Metabolism) ซึ่งจะผลิตออกมาพร้อมกับการเจริญเติบโต และจากผลการทดลองตารางที่ 4.3 จะสอดคล้องกับผลการทดลองของการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก ในตารางที่ 4.2 โดยจะเห็นว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 9 มีค่าที่สูงกว่าในช่วงระยะเวลา 0 ถึง 21 ชั่วโมงและคงที่จนกระทั่งครบที่ 24 ชั่วโมง ส่วนโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 และ 3 จะมีปริมาณกรดแลคติกที่ต่ำกว่าโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 9 แต่มีอัตราการเพิ่มปริมาณที่คงที่จนกระทั่ง 24 ชั่วโมง ซึ่งพบว่า อัตราการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่เจริญในโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่าการเจริญมากกว่าความเข้มข้นอื่น

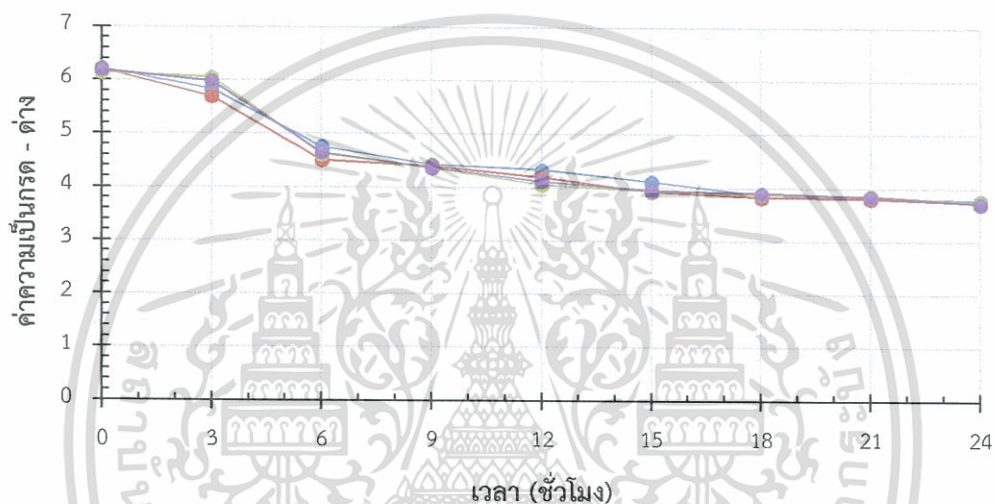
4.2.3. การวัดค่าความเป็นกรด - ต่าง

การวัดค่าความเป็นกรด - ต่างของสารตัวอย่าง เพื่อบอกค่าความเป็นกรด - ต่างที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไปของโยเกิร์ต จะทำการตรวจทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยทำการวัดค่าความเป็น กรด - ต่างของโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 0 3 6 และ 9 ดังแสดงค่าผลการทดลองตามตารางที่ 4.4 และแสดงการเปรียบเทียบตามรูปที่ 4.4

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 4.4) เที่ยบความแตกต่างของค่าความเป็นกรด - ต่างที่ 24 ชั่วโมง กล่าวได้ว่า โยเกิร์ตทั้ง 4 แบบ ได้แก่ โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 นั้น ให้ค่าความเป็นกรด-ต่างที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) นั้นแสดงว่าค่าความเป็นกรด - ต่างของแต่ละการเติมผงแก่นตะวันในความเข้มข้นต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกันจากรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นแผนภูมิที่เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด - ต่างในความเข้มข้นต่างๆ พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีค่าใกล้เคียงกัน

จากผลการทดลองค่าความเป็นกรด - ต่างที่ตรวจทุกๆ 3 ชั่วโมงภายในเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ทราบได้ว่า โยเกิร์ตทั้ง 4 แบบ ได้แก่ โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 ในแต่ละชั่วโมงมีค่าความเป็นกรด - ต่างที่ลดลงไปเรื่อยๆ และเมื่อถึงชั่วโมงที่ 3 โยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันในทุกๆ ความเข้มข้น มีค่าความเป็นกรด - ต่างที่ลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งถึงชั่วโมงที่

6 จากนั้นค่าความเป็นกรด - ด่างมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยและคงที่ จนกระทั่งครบ 24 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด - ด่างของโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันในทุกๆ ความเข้มข้นมีค่าใกล้เคียงกัน และจากการสังเกตการเกิดเคิร์ดของผลิตภัณฑ์ในทุกๆ ความเข้มข้นกับความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด - ด่างพบว่า โยเกิร์ตจะเกิดเคิร์ดในช่วงค่าความเป็นกรด - ด่างตั้งแต่ 3 - 4 เป็นต้นไป โดยที่ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่ไม่เติมผงแกล่นตะวัน จะมีการเกิดเคิร์ดในชั่วโมงที่ 9 ซึ่งมีค่ากรดเบสอยู่ที่ 4.43 ส่วนผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 6 และ 9 จะเกิดเคิร์ดในชั่วโมงที่ 6 โดยมีค่าความเป็นกรด - ด่าง 4.52 4.63 และ 4.66 ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด - ด่างของโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 (—●—) 3 (—●—) 6 (—●—) และ 9 (—●—) เมื่อหมักเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด - ด่างของโยเกิร์ตที่เติมแกนตะวัน ในระหว่างการหมัก เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ปริมาณ ผงแกนตะวัน (ร้อยละ)	ค่าความเป็นกรด - ด่าง								
	ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	6.23 ^a ± 0.22	5.84 ^c ± 0.04	4.77 ^a ± 0.14	4.43 ^a ± 0.04	4.34 ^a ± 0.03	4.12 ^a ± 0.05	3.88 ^{ab} ± 0.03	3.83 ^a ± 0.05	3.78 ^a ± 0.03
3	6.21 ^a ± 0.01	5.70 ^{bc} ± 0.09	4.52 ^b ± 0.03	4.40 ^a ± 0.02	4.20 ^b ± 0.02	3.94 ^b ± 0.04	3.84 ^b ± 0.01	3.82 ^a ± 0.01	3.74 ^a ± 0.02
6	6.14 ^b ± 0.04	6.06 ^a ± 0.05	4.63 ^{ab} ± 0.04	4.37 ^a ± 0.07	4.06 ^d ± 0.05	3.95 ^b ± 0.03	3.89 ^{ab} ± 0.02	3.87 ^a ± 0.01	3.76 ^a ± 0.04
9	6.20 ^a ± 0.01	5.99 ^{ab} ± 0.12	4.66 ^{ab} ± 0.14	4.38 ^a ± 0.06	4.13 ^c ± 0.02	3.96 ^b ± 0.06	3.91 ^a ± 0.03	3.85 ^a ± 0.01	3.73 ^a ± 0.00

หมายเหตุ : 1. การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด - ด่างของโยเกิร์ต โดยแสดงในรูป ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. อักษร a-d ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

4.2.4. การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้

การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เป็นการบอกความหนาแน่นของของแข็งที่อยู่ในโยเกิร์ต โดยค่าของแข็งที่ละลายได้จะมีความสอดคล้องกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ใช้ เนื่องจากปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในการทดลองจะเป็นสารอาหารที่อยู่ในนมสดและผงแกล่นตะวัน ซึ่งมีสารอินนูลินเป็นส่วนประกอบอยู่ อินนูลินเป็นสารจำพวกพรีไบโอติกและเป็นอาหารของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก โดยได้ทำการทดลองที่ความเข้มข้นของผงแกล่นตะวันที่ใช้ในโยเกิร์ต ได้แก่ ความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 และทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงผลการทดลองตารางที่ 4.5 และเปรียบเทียบค่าที่ได้ในแต่ละความเข้มข้นตามรูปที่ 4.5

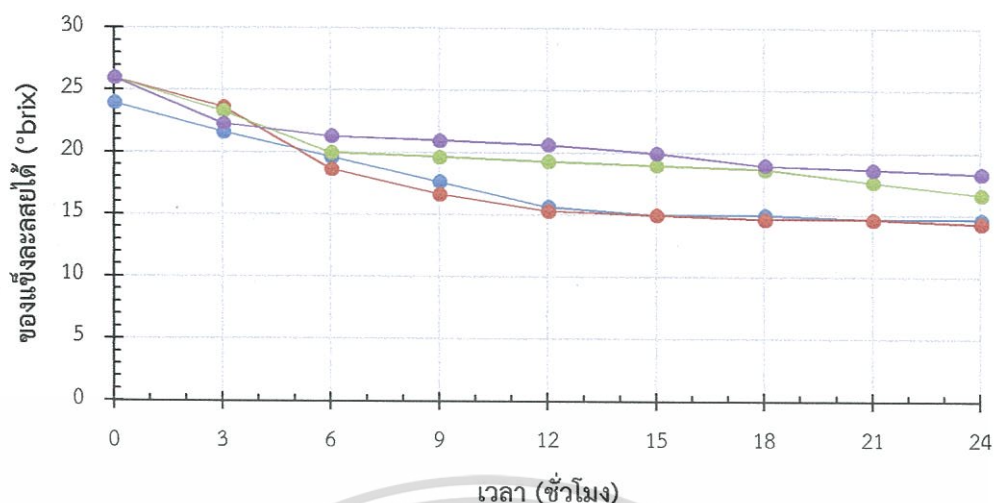
จากผลการทดลอง (ตารางที่ 4.5) การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณของแข็งละลายได้ที่ 24 ชั่วโมงนั้น กล่าวได้ว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 9 มีปริมาณของแข็งละลายได้มากกว่าโยเกิร์ตที่ไม่เติมผงแกล่นตะวันและโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ซึ่งจากผลการทดลองการทดสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทุกๆ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ทราบว่า โยเกิร์ตทั้ง 4 แบบ ได้แก่ โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 ในแต่ละชั่วโมงปริมาณของแข็งที่ละลายได้นั้นจะลดลงไปเรื่อยๆ จะเห็นอย่างชัดเจนว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 และ 3 นั้น ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไป จะมีค่าของแข็งละลายได้น้อยกว่าโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 9 ไปจนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 24

ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า การลดลงของปริมาณของแข็งละลายได้นั้นมีความสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก เนื่องจากสารเหล่านี้จะเป็นอาหารของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก โดยผลจากการตรวจสอบปริมาณของแข็งละลายได้พบว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 0 และ 3 ให้ผลการเจริญเติบโตที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแข็งละลายได้ที่ต่ำกว่าปริมาณของแข็งละลายได้ของโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 6 และ 9 ซึ่งมีปริมาณของแข็งละลายได้ที่สูงกว่า

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งละลายได้ของโยเกิร์ตที่เติมผงแกนตะวัน ในระหว่างการหมัก เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ปริมาณ ผงแกนตะวัน (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ (°brix)									
	ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	
0	24.00 ^a ± 0.00	21.67 ^b ± 0.58	19.67 ^{ab} ± 0.58	17.67 ^b ± 1.15	15.67 ^b ± 1.15	15.00 ^c ± 0.00	15.00 ^b ± 0.00	14.67 ^b ± 0.58	14.67 ^b ± 0.58	
3	26.00 ^a ± 0.00	23.67 ^a ± 0.58	18.67 ^b ± 1.15	16.67 ^b ± 0.58	15.35 ^b ± 0.58	15.00 ^c ± 0.00	14.67 ^b ± 0.58	14.67 ^b ± 0.58	14.33 ^b ± 0.58	
6	26.00 ^a ± 0.00	23.33 ^a ± 0.58	20.00 ^{ab} ± 0.00	19.67 ^a ± 0.58	19.33 ^a ± 0.58	19.00 ^b ± 0.00	18.67 ^a ± 0.58	18.33 ^a ± 0.58	16.67 ^a ± 1.53	
9	26.00 ^a ± 0.00	22.33 ^{ab} ± 1.15	21.33 ^a ± 1.14	21.00 ^a ± 1.00	20.67 ^a ± 0.58	20.00 ^a ± 1.00	19.00 ^a ± 1.00	18.67 ^a ± 0.58	18.33 ^a ± 0.58	

- หมายเหตุ :
1. การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ต่างของโยเกิร์ต โดยแสดงในรูป ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 2. อักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันที่ความชื้นร้อยละ 0 (—●—) 3 (—●—) 6 (—●—) และ 9 (—●—) เมื่อหมักเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ในด้านต่างๆ ได้แก่ การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก ปริมาณกรดแลคติก ค่าความเป็นกรด - ด่าง และปริมาณของแข็งละลายได้ ระหว่างกระบวนการผลิต โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความชื้นร้อยละ 0 3 6 และ 9 พบว่า การเติมผงแกล่นตะวันความชื้นร้อยละ 3 มีการเจริญเติบโตของเชื้อโพรไบโอติกสูงที่สุด มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันในแต่ละความชื้น และส่วนของรสชาตินั้นมีความแตกต่างกัน จากการสังเกต พบว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความชื้นร้อยละ 3 จะให้ผลที่น่าพึงพอใจทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นรสชาติ เนื้อสัมผัส และกลิ่น เป็นต้น ส่วนของค่าความเป็นกรด - ด่างและปริมาณของแข็งละลายได้ในโยเกิร์ตทุกๆ ความชื้นของผงแกล่นตะวันนั้น มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความชื้นร้อยละ 0 และ 3 ที่ชั่วโมงที่ 24 มีค่าต่ำกว่าโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความชื้นร้อยละ 6 และ 9 ซึ่งสอดคล้องกับการนำสารอาหารที่อยู่ในนมสดและผงแกล่นตะวันไปใช้ในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก ส่วนค่ากรดแลคติก เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมักเกิดจากโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความชื้นร้อยละ 0 และ 3 นั้นมีค่าสูงที่สุด เพราะฉะนั้นจากการทดลองทั้งหมดและการเฝ้าสังเกตลักษณะของผลิตภัณฑ์ จึงทำการคัดเลือกโยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันความชื้นร้อยละ 3 เพื่อนำไปผลิตเป็นโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงต่อไป

4.3. การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงในระหว่างการเก็บรักษา

ทำการผลิตเป็นโยเกิร์ตสมูทตี้ โดยนำมาผสมกับนมสด น้ำเชื่อม และเพิ่มกลิ่นสตอเบอร์รี่ และสีสังเคราะห์สีชมพู จากนั้นนำโยเกิร์ตสมูทตี้ที่ได้เข้าสู่กระบวนการทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศ หรือ Freeze-Dried เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตสมูทตี้ที่เป็นของเหลวกลายเป็นผง จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เพื่อป้องกันความชื้นและความร้อน และทำการทดสอบการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 0 1 2 และ 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง โดยทำการเปรียบเทียบการเก็บรักษาโยเกิร์ตสมูทตี้ที่ไม่เติมผงแค้นตะวันตกับโยเกิร์ตสมูทตี้ที่เติมผงแค้นตะวันตกับความเข้มข้นร้อยละ 3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง จะทำการทดสอบความเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยา

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์พบว่า มีความแตกต่างของคุณสมบัติระหว่างโยเกิร์ตสมูทตี้ที่ไม่เติมผงแค้นตะวันตกับโยเกิร์ตสมูทตี้ที่เติมผงแค้นตะวันตกับความเข้มข้นร้อยละ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันที่ปริมาณเยื่อใยหยาบ และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่รอดชีวิตหลังจากการทำแห้งเยือกแข็งแบบสูญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แต่การทดสอบการเปลี่ยนแปลงของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงระหว่างการเก็บรักษานั้นพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากค่าที่แสดงในตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 ซึ่งแสดงค่าความแตกต่างระหว่างโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ไม่เติมผงแค้นตะวันตกับโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่เติมผงแค้นตะวันตกับความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่มีการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ จะแสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงสามารถคงสภาพ คุณสมบัติ และคุณประโยชน์ของโยเกิร์ตสมูทตี้ไว้ได้เหมือนเดิม และยังมีระยะเวลาการเก็บรักษาได้ยาวนาน โดยผลการทดลองจะแสดงในตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ไม่เติมผงแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

การตรวจสอบคุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
	ปริมาณผงแก่นตะวันร้อยละ 0			
	0	1	2	3
การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี				
ค่าความเป็นกรด - ต่าง	3.85 ^a ± 0.08	3.86 ^a ± 0.10	3.90 ^a ± 0.03	3.91 ^a ± 0.02
ปริมาณกรดแลคติก	1.95 ^a ± 0.05	1.92 ^a ± 0.07	1.89 ^b ± 0.01	1.84 ^b ± 0.04
ปริมาณเยื่อใยหยาบ	0.03 ^b ± 0.04	0.05 ^b ± 0.05	0.04 ^a ± 0.02	0.04 ^b ± 0.03
การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ				
L*	86.35 ^a ± 0.21	86.23 ^a ± 0.00	86.66 ^a ± 0.13	86.53 ^b ± 0.44
ค่าสีในระบบ CIE	a*	8.64 ^a ± 0.18	8.99 ^a ± 0.04	8.95 ^a ± 0.25
	b*	10.53 ^a ± 0.21	9.77 ^b ± 0.04	10.21 ^a ± 0.12
การละลาย	6.67 ^a ± 0.58	6.67 ^a ± 0.58	6.00 ^a ± 0.00	5.67 ^a ± 1.15
การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์				
การรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติก	9.20 ^b ± 0.01	9.18 ^b ± 0.01	9.16 ^b ± 0.01	9.12 ^b ± 0.02

หมายเหตุ : 1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง โดยแสดงในรูป ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. อักษร a - b ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตีชนิดผงที่เติมผงแก่นตะวัน ความเข้มข้นร้อยละ 3 ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

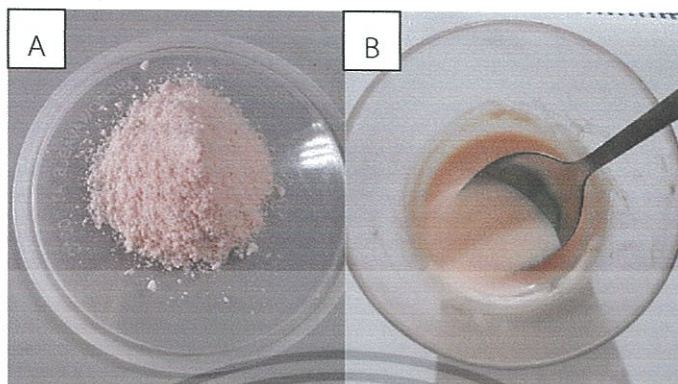
การตรวจสอบคุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
	ปริมาณผงแก่นตะวันร้อยละ 0			
	0	1	2	3
การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี				
ค่าความเป็นกรด - ต่าง	3.72 ^b ± 0.09	3.89 ^a ± 0.12	3.91 ^a ± 0.05	3.92 ^a ± 0.02
ปริมาณกรดแลคติก	2.15 ^a ± 0.10	2.15 ^a ± 0.10	2.10 ^a ± 0.04	2.09 ^a ± 0.07
ปริมาณเยื่อใยหยาบ	0.81 ^a ± 0.08	0.82 ^a ± 0.16	0.62 ^a ± 0.40	0.74 ^a ± 0.19
การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ				
L*	86.75 ^a ± 0.23	86.17 ^a ± 0.26	86.77 ^a ± 0.07	87.11 ^a ± 0.54
ค่าสีในระบบ CIE	a*	8.57 ^a ± 0.63	9.14 ^a ± 0.28	8.43 ^b ± 0.15
	b*	9.76 ^a ± 0.43	10.21 ^a ± 0.12	10.01 ^a ± 0.14
การละลาย	6.33 ^a ± 0.58	6.33 ^a ± 1.15	5.33 ^a ± 0.58	6.33 ^a ± 0.58
การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์				
การรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติก	10.05 ^a ± 0.01	10.02 ^a ± 0.01	9.99 ^a ± 0.01	9.90 ^a ± 0.12

หมายเหตุ : 1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตีชนิดผง โดยแสดงในรูป ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. อักษร a - b ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.4. ผลลัพธ์โยเกิร์ตสมูทตี

จากการเตรียมผงแก่นตะวันที่เหมาะสมที่ได้จากวิธีการนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (วิธีการที่ 1 ของชนิดผง (2554)) หลังจากนั้นนำผงแก่นตะวันที่ได้ไปผลิตเป็นโยเกิร์ต เพื่อศึกษาหาปริมาณผงแก่นตะวันที่เหมาะสมในโยเกิร์ต ซึ่งปริมาณผงแก่นตะวันที่ได้คือโยเกิร์ตที่เติมผงแก่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 จากนั้นนำโยเกิร์ตไปผลิตเป็นโยเกิร์ตสมูทตี โดยใช้อัตราส่วนของโยเกิร์ตต่อนมสดต่อน้ำเชื่อมเป็น 10:3:7 และเมื่อได้ผลลัพธ์โยเกิร์ตสมูทตีแล้วจะต้องนำไปผ่านกระบวนการทำแห้ง โดยใช้เครื่องทำแห้งเยือกแข็งแบบสุญญากาศ จึงได้เป็นโยเกิร์ตสมูทตีชนิดผง (รูปที่ 4.6A) ซึ่งจะเก็บรักษาไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้อง แต่เมื่อ

ต้องการที่จะรับประทานต้องนำโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงมาละลายกับน้ำต้มสุกในอัตราส่วนของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง 10 กรัม ต่อน้ำต้มสุก 15 มิลลิลิตร ก็จะได้โยเกิร์ตสมูทตี้พร้อมดื่มดังรูปที่ 4.6B



รูปที่ 4.6 โยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง (รูป A) และโยเกิร์ตสมูทตี้ (รูป B)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการผลิตโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ผสมแกล่นตะวันเพื่อเพิ่มใยอาหาร โดยศึกษาวิธีการเตรียมผงแกล่นตะวันที่เหมาะสม ซึ่งพบว่า การนำหัวแกล่นตะวันมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เป็นวิธีการเตรียมที่เหมาะสม จากการที่ผงแกล่นตะวันที่ได้มีความขาวมากกว่า และมีปริมาณอินนูลินสูงกว่า จากนั้นนำผงแกล่นตะวันที่ได้ไปศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการเตรียมโยเกิร์ต โดยทดลองแปรปริมาณของผงแกล่นตะวันเป็นร้อยละ 0 3 6 และ 9 โดยน้ำหนัก และจากการศึกษาพบว่า โยเกิร์ตที่เติมผงแกล่นตะวันร้อยละ 3 มีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกสูงที่สุด และมีปริมาณกรดแลคติกสูง รวมทั้งโยเกิร์ตที่ได้มีการสร้างเคิร์ด รสชาติ และกลิ่นที่ดี จากนั้นนำโยเกิร์ตที่ได้มาผลิตเป็นโยเกิร์ตสมูทตี้ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า คุณภาพทางเคมี ค่าสี และคุณสมบัติในการละลายของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ปริมาณของจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่รอดชีวิตมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย

5.2. ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีการทดสอบการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษานานกว่า 3 สัปดาห์ เนื่องจากระยะเวลา 3 สัปดาห์ เป็นการเก็บรักษาในระยะสั้น ซึ่งอาจจะไม่พบเห็นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผง
- 2) ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงแกล่นตะวัน เช่น หาวิธีการที่เหมาะสมในการเตรียมเป็นใยอาหารที่มีความบริสุทธิ์มากกว่านี้
- 3) อาจนำผงแกล่นตะวันที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ลูกกี้ ขนมปัง เค้ก หรือเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มใยอาหาร เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ก๊าดเฮลท์ประเทศไทยจำกัด. 2557. โยเกิร์ต.

[Online]. Available: http://www.goodhealth.co.th/new_page_68.htm.

กุลศิริ ศิริปญฺญ์. 2541. “โยอาหารกับสุขภาพ.” *จดหมายข่าววิทยาศาสตร์*. 1(11) : 10.

ชนิษฐา หวังดี. 2554. “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการสกัดอินนูลินจากหัวแค้นตะวัน.” *การเกษตรราชภัฏ*. 10(1) : 50-62.

ดวงใจ มาลัย, ชุตินถน ชัยชวลิต, สุพรรณษา จันท์เพ็ญ และสุชานุช ไหมละเอียด. 2556. “การพัฒนาบะหมี่สดโดยการเติมผงแค้นตะวัน.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 44(2) (พิเศษ) : 269-272.

นิมิต วรสุต และสนั่น จอกลอย. 2549. “อินนูลินสาระสำคัญสำหรับสุขภาพในแค้นตะวัน.” *แค้นเกษตร*. 34(2) : 85-91.

นฤทธิ ใหญ่โสมานัง. 2557. การใช้ประโยชน์สารให้กลืนในอาหาร.

[Online]. Available: <http://www.neutron.rmutphysics.com/science->

ปิ่นฉัตร ภัทรสถาพรกุล. 2547. “เทคโนโลยีการทำแห้งแบบเยือกแข็ง.” *วารสารสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย*. 11 : 15-18.

ประสงค์ เทียนบุญ. 2558. โยอาหาร. [Online]. Available :

<http://www.med.cmu.ac.th/dept/nutrition/DATA/COMMON/cmunit-deptped/ped601-prasong/ped601-fiber%20PNST%202549-prasong.pdf>

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธยา รัตนานนท์. 2558. โพรไบโอติก. [Online]. Available:

<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0780/probiotic->

เริงฤทธิ์ สัปพันธ์. 2554. *คู่มืออาหารเสริม*. กรุงเทพฯ : เอ็มไอเอส.

ลัญจกร จันทรอุม, สุกัญญา จันทะชุม และอริญ หันพงศ์กิตติกุล. 2548. “การพัฒนาสูตรอาหารเพื่อการผลิตแบคทีเรียโอสตินจาก *Lactobacillus casei* ssp. *rhamnosus* SN11.” *วารสารสงขลานครินทร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 27(3) : 817-824.

วิกิพีเดีย. 2557. แค้นตะวัน

[Online]. Available: <http://th.wikipedia.org/wiki/แค้นตะวัน>

วิกิพีเดีย. 2557. *Lactobacillus acidophilus*.

[Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_acidophilus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศิริพร ตันจอย, ครรชิต จุดประสงค์, ชันญติตา ไชยโต และสนั่น จอกลอย. 2555. “อินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในแก่นตะวันสายพันธุ์ต่างๆ”. *KKU Research Journal*. 17(11) : 25-34.
- สุจิตตา เรืองรัมย์. 2546. “อินนูลินและโอลิโกฟรุคโตสเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย.” *วารสารอาหาร*. 33(2) : 94-98.
- สุญาณี พงษ์ธนาภิกร. 2549. “พรีไบโอติกและโพรไบโอติก อาหารเพื่อสุขภาพ.” *ภาควิชาเคมี คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 1-6.
- สนั่น จอกลอย. 2549. แก่นตะวันสรรพคุณและประโยชน์ของแก่นตะวัน 30 ข้อ.
[Online]. Available: <http://frynn.com>
- อินเตอร์ฟาร์มา. 2557. ประโยชน์ของเชื้อแต่ละสายพันธุ์. [Online]. Available: http://www.interpharma.co.th/webroot/?action=menu&catid=3&subcatid=60&news/index.php?option=com_content&task=view&id=1862&Itemid=0.
- Abdel, E. Osama, M. Elamin, A. and Loouis, L. 2014. “Comparison of Physicochemical Properties of Spray-dried Camel’s Milk and Cow’s Milk Powder.” *International Journal of Food*. 4(1) : 15-19.
- Anil, K. and Narinder, K. “Applications of Inulin and Oligofructose in Health and Nutrition.” *Journal Bioscience*. 27 : 703-714.
- AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Maryland : USA.
- Bank, JM. and Williams, AG. 2004. **The Role of the Nonstarter Lactic Acid Bacteria in Cheddar Cheese Ripening**. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Lactobacillus_casei#cite_note-1
- Boemi, S. and Pourahmad, R. 2012. “Use of Inulin and Probiotic Lactobacilli in Synbiotic Yogurt Production.” *Scholars Research Library*. 3(7) : 3486-3491.
- Buriti, F. Cardarelli, H. and Filisetti, T. 2007. “Synbiotic Potential of Fresh Cream Cheese Supplemented with Inulin and *Lactobacillus paracasei* in Co-culture with *Streptococcus thermophilus*.” *Journal Food Chemistry*. 104 : 1605-1610.
- Capela, P. Hay, T. and Shah, N. 2006. “Effect of Cryoprotectants, Prebiotics and Microencapsulation on Survival of Probiotic Organisms in Yoghurt and Freeze-Dried Yoghurt.” *Food Research International*. 39 : 203-211.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Gnanalakshmi, K. Dhanalakshmi, B. Ayyavoo, A. and Baskaran, D. 2013. "Survival of Yoghurt Culture in Spray Dried and Chemically Stabilized Spray Dried Yoghurt Powder During Storage." *International Journal of Current Research*. 5(4) : 1025-1026.
- Honda, Y. Saade, F. and Petrovsky, N. 2012. "A Polysaccharide Adjuvant Derived from Delta Inuline Provides Improved Influenza Vaccine Protection Through Broad-Based Enhancement of Adaptive Immune Responses." *Vaccine*. 30 : 5373-5381.
- Irene, A. Diego, B. Ethel, E. Genovese, A. Guillermo, D. Perez, A. and Rubel, B. 2014. "In Vitro Prebiotic Activity of Inulin-Rich Carbohydrates Extracted from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers at Different Storage Times by *Lactobacillus paracasei*." *Food Research International*. 62 : 59-65.
- Jackson, K. Taylor, G. Clohessy, A. Thomas, C. and Williams, C. 1999. The Effect of a Daily Ingestion of Inulin on Fasting and Postprandial Lipid Metabolism in Middle Aged Men and Women." *Proceedings of the Nutrition Society*. 82 : 23-30.
- Judprasong, K. Tanjor, S. Puwastien, P. and Sungpuag, P. 2010. "Investigation of Thai Plants for Potential Sources of Inulin - type Fructans." *Journal of Food Composition and Analysis*. 24 : 642- 649.
- Kailasapathy, K. Harmstorf, I. and Phillips, M. 2007. "Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *Lactis* in Stirred Fruit Yogurts." *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*. 41 : 1317-1322.
- Kleesen, B. Sykura, B. Zunft, H. and Blayt, M. 1997. "Effects of Inulin and Lactose on Fecal Microflora Microbial Activity and Bowel Habit in Elderly Constipated Persons." *The American Journal Clinical Nutrition*. 65(5) : 1397-402.
- Kumar, P. and Misha, H. 2004. "Yogurt Powder a Review of Process Technology Storage and Utilization." *Food and Bioproducts Processing*. 82 : 133-142.

- Lira de Medeiros, A.C. Thomazini, M. Urbano, A. Targino Pinto coreia, R. and Silvia Favaro-Trindade, C. 2014. "Structural Characterization and Cell Viability of a Spray Dried Probiotic Yogurt Produced with Goats' Milk and *Bifidiobacterium animalis* subsp. *Lactis* (BI-07)." *International Daily Journal*. 39 : 71-77.
- Paseephol, T. and Sherkat, F. 2009. "Probiotic Stability of Yogurts Containing Jerusalem artichoke Inulins During Refrigerated Storage." *Journal of Function Food*. 1(3) : 311.
- Ramnani, P. Bingham, M. Bruggen, P. Gaudier, E. Gibson, G. and Tuohy, K. 2010. "Prebiotic Effect of Fruit and Vegetable Shots Containing Jerusalem artichoke Inulin a Human Intervention Study." *British Journal of Nutrition*. 104(2) : 233-240.
- Sulieman, A.M.E. Elamin, O.M. Elkhalifa, E.A. Laleye, L. 2014. Comparison of Physicochemical Properties of Spray-dried Camel's Milk and Cow's Milk Powder. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*. 4(1) : 15-19
- Swanton, C. 1994. **Jerusalem Artichoke**. [Online]. Available: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/94-077.htm>
- Underwood, C. 1997. **What is *Lactobacillus Casei* Published by How**. [Online]. Available : <http://www.probiotic.org/lactobacillus-casei.htm>
- Wongsadee, T. Wongkhumhan, A. and Hongseeda, S. 2012. "Survival of *Lactobacillus acidophilus* in Banana (*Musa sapientum* L.) Yogurt and Simulated Gastrointestinal Conditions." *Agricultural Science Journal*. 43(2) : 261-264.
- Yamashita, K. Kawai, K. and Itakura, M. 1984. "Effect of Fructo-oligosaccharides." *Nutrition Research*. 4 : 961-966.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1) Glucose yeast extract peptone (GYP)

Glucose	10	กรัมต่อลิตร
Yeast extract	5	กรัมต่อลิตร
Peptone	5	กรัมต่อลิตร

pH 7.0

น้ำกลั่น

ละลายสารทั้งหมดในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร จากนั้นนำไปนิ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

1) วิเคราะห์โปรตีน โดยวิธี Kjeldahl ตามวิธีการ AOAC (1995)

อุปกรณ์และสารเคมี

- 1) เครื่อง digestion unit
- 2) เครื่อง distillation unit
- 3) เครื่อง titration unit
- 4) กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
- 5) กรดบอริก (Boric acid)
- 6) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.1 N
- 7) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- 8) อินดิเคเตอร์ผสม (Mix indicator) เตรียมโดยผสม Bromocresol green 10 มิลลิลิตร กับ Methylred 2 มิลลิลิตร
- 9) คตะลิสต์ผสมชนิดเม็ด (catalyst mixture)

วิธีการ

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใน macro Kjeldahl digestion flask
- 2) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร และคตะลิสต์ผสมเพื่อช่วยเร่งการเกิดปฏิกิริยาในการย่อยให้สมบูรณ์ 1 เม็ด
- 3) นำไปย่อยในเครื่อง digestion unit ย่อยที่อุณหภูมิประมาณ 400 – 500 องศาเซลเซียส การย่อยที่สมบูรณ์จะได้สารละลายมีสีใสหรือสีฟ้า ย่อยต่อประมาณ 10 นาที เพื่อให้โปรตีนทั้งหมดถูกย่อยเป็น $(NH_4)_2SO_4$ จนหมด ปิดเครื่องรอจนสารละลายเย็น
- 4) นำไปกลั่นโดยนำ Kjeldahl flask มาเติมน้ำ 30 มิลลิลิตร และเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ลงไป 30 มิลลิลิตร การกลั่นจะไล่ NH_3 ผ่านตัวควบแน่นลงสู่ภาชนะที่มีกรดบอริก ร้อยละ 2 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร หยด Mix indicator 1 – 2 หยด ใช้เวลากลั่นประมาณ 7 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) นำตัวอย่างที่กลั่นได้ในสารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 2 ไปไตเตรทกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 M สำหรับ blank เตรียมพร้อมกันตั้งแต่ขั้นตอนการย่อยโดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง แล้วคำนวณหาร้อยละไนโตรเจน

คำนวณ

$$\text{ไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{(A - B) \times C \times D \times 100}{E \times 100}$$

$$\text{โปรตีน (ร้อยละ)} = \text{ร้อยละของไนโตรเจน} \times 6.25$$

- เมื่อ
- A = มิลลิลิตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง
 - B = มิลลิลิตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับ Blank
 - C = ความเข้มข้น (M) ของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรท
 - D = 14
 - E = น้ำหนักของตัวอย่าง

2) วิเคราะห์ปริมาณความชื้น และปริมาณของแข็งทั้งหมด ตามวิธีการ AOAC (1995)

เครื่องมือ

- 1) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
- 2) ภาชนะอลูมิเนียม (Moisture can) พร้อมฝาปิด
- 3) ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
- 4) โถดูดความชื้นที่มีสารดูดความชื้น

วิธีการ

- 1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
- 2) ใส่ในภาชนะอลูมิเนียมโดยเปิดฝาเล็กน้อย ซึ่งผ่านการอบ 30 นาที และทราบน้ำหนักที่แน่นอน
- 3) อบให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง
- 4) นำภาชนะออกจากตู้อบไฟฟ้าพร้อมปิดฝาอลูมิเนียม
- 5) ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
- 6) ชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำอีกครั้ง ครึ่งละ 30 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) นำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100(w_1 - w_2)}{w_1 - w}$$

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด} = \frac{(w_2 - w) \times 100}{(w_1 - w)}$$

เมื่อ w = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

w_1 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

w_2 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

3) วิเคราะห์เถ้าทั้งหมด ตามวิธีการ AOAC (1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องเตาเผา Muffle furnace
- 2) ถ้วยครุซีเบล (Porcelain crucible)
- 3) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 4) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1) เเผาครุซีเบลในเตาเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500 – 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนของครุซีเบล

2) ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างที่บดละเอียดแล้ว ประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในครุซีเบล (ถ้าตัวอย่างมีความชื้นสูงหรือเป็นของเหลว ให้นำไปทำให้แห้งก่อน โดยใช้ Water bath หรือตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส)

3) เเผาตัวอย่างจนไม่มีควันด้วย Hot plate ในตู้ดูดควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 – 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว

4) นำครุซีเบลไปใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้จนกระทั่งเย็น แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนัก แล้วคำนวณหาปริมาณเถ้าทั้งหมด ดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยครุซีเบลรวมเถ้า} - \text{น้ำหนักถ้วยครุซีเบล} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) วิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบ ตามวิธีการ AOAC (1995)

สารเคมีและอุปกรณ์

- 1) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4 acid)
- 2) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
- 3) เครื่องมือชุดวิเคราะห์ Crude fiber (เครื่อง FIWE)

วิธีการ

- 1) อบอุ่นตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ในตู้อบลมร้อนใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
- 2) บดตัวอย่างให้ละเอียด ชั่งให้ได้น้ำหนักประมาณ 1 กรัม (F) แล้วใส่ในถ้วยแก้ว
- 3) วางถ้วยแก้วลงในหลุมที่อยู่บนตัวเครื่องมือสกัดเส้นใย เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.01 นอร์มัล ที่ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ไปประมาณ 150 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที
- 4) กรองเอาสารละลายกรดออก
- 5) ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร (ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิดลิ้นไปที่ Pressure เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด)
- 6) เติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.23 นอร์มัล ที่ทำให้ร้อนลงไปประมาณ 150 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที
- 7) กรองเอาสารละลายต่างออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง
- 8) ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง
- 9) ทำให้แห้งโดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะได้น้ำหนักที่คงที่ ซึ่งน้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักของเยื่อใยหยาบรวมกับน้ำหนักของเถ้า (F_1)
- 10) นำกากที่ได้ใส่ในครุซิเบล แล้วนำไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 500 – 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักเถ้า (F_2)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเยื่อใย (กรัม)} = \frac{(F_1 - F_2) \times 100}{F}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีการ AOAC (1995)

อุปกรณ์

- 1) ตู้อบลมร้อน
- 2) เครื่องสกัดไขมันแบบ Soxhlet
- 3) ทิมเบิล (Thimble)
- 4) ฟลาสต์สกัดไขมัน
- 5) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 6) โถดูดความชื้น

วิธีการ

- 1) อบฟลาสต์สกัดไขมันที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสในตู้อบลมร้อน 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักของฟลาสต์ แล้วจดน้ำหนักที่แน่นอน
- 2) ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 (จดน้ำหนักที่แน่นอน) แล้วใส่ในทิมเบิล
- 3) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในฟลาสต์สำหรับสกัดไขมัน 150 มิลลิลิตร จากนั้นนำทิมเบิลที่มีตัวอย่างใส่ลงไปส่วนของ extraction tube
- 4) วางฟลาสต์ที่มีปิโตรเลียมอีเทอร์เข้ากับส่วนของ extraction tube และ condenser ทำการสกัดประมาณ 2 ชั่วโมง
- 5) แยกเอาฟลาสต์ออกจากเครื่องสกัดแล้วใช้คีบคีบทิมเบิลที่ใส่ตัวอย่างออกจากฟลาสต์
- 6) นำฟลาสต์ไประเหยเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออก แล้วอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนกว่าตัวทำละลายจะระเหยหมด จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

6) วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ตามวิธีการ AOAC (1995)

เครื่องมือ

เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer)

วิธีการปรับมาตรฐาน

ปรับมาตรฐานเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้ น้ำกลั่น โดยจะให้ค่าเป็น 0 องศาบริกซ์

วิธีการ

1) หยดตัวอย่างที่บริเวณสำหรับวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเครื่องรีแฟลกโตมิเตอร์ที่ปรับค่ามาตรฐานแล้ว

2) อ่านค่าที่ได้จดบันทึกในหน่วยองศาบริกซ์ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย

7) วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง

เครื่องมือ

เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH meter)

วิธีการปรับมาตรฐาน

ปรับมาตรฐานของเครื่องวัดความเป็นกรด - ด่างด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด - ด่างเท่ากับ 7.00 และ 4.00 ตามลำดับ

วิธีการ

1) ปรับมาตรฐานของเครื่องวัดความเป็นกรด - ด่างด้วยสารละลายมาตรฐาน โดยกดปุ่ม CAL + CLR เพื่อคาร์ริเบลเครื่องก่อนใช้งาน

2) จุ่มหัวโพรบลงในสารละลายที่มี pH 7 แล้วกดปุ่ม CAL อีกครั้ง รอจนเลข 7 แสดงที่หน้าจอ แล้วล้างหัวโพรบด้วยน้ำกลั่น

3) จุ่มหัวโพรบลงในสารละลายที่มี pH 4 แล้วกดปุ่ม CAL อีกครั้ง รอจนเลข 4 แสดงที่หน้าจอ แล้วล้างหัวโพรบด้วยน้ำกลั่น

4) วัดค่าความเป็นกรด - ด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง โดยนำหัวอิเล็กโทรดจุ่มลงในตัวอย่าง รอจนกว่าค่าที่อ่านได้จากเครื่องหยุดนิ่ง บันทึกค่าที่วัดได้

8) วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก (ร้อยละ) โดยวิธีไตเตรทด้วย

0.1 นอร์มัล NaOH ตามวิธีการ AOAC (1995)

สารเคมีและอุปกรณ์

- 1) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล
- 2) น้ำกรองต้มเดือด (ไล่ CO₂)
- 3) อินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีนร้อยละ 1

วิธีการ

- 1) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร
- 2) เติมน้ำกรองต้มเดือด (ไล่ CO₂) 10 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีนร้อยละ 1 ประมาณ 2-3 หยด
- 3) ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน (ณ จุดยุติ)
- 4) คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก

การคำนวณ

$$\text{กรดแลคติก (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักโมเลกุลของกรดแลคติก} \times \text{ปริมาตร NaOH ที่ใช้} \times \text{ความเข้มข้นของ NaOH} \times 100}{1,000 \times \text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้}}$$

หมายเหตุ : น้ำหนักโมเลกุลของกรดแลคติก (C₃H₆O₃) = 90.8

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

1) การวัดค่าสี

เครื่องมือ

เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300

การวัดสีระบบ CIE $L^*a^*b^*$ โดยเครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-300

การวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Minolta ในระบบ CIE ให้ค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness) ค่าสี a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และค่าสี b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

โดยที่ค่าสี L^* คือ ค่าแสดงความสว่างของสีมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

กรณีถ้า L^* มีค่าเป็น 0 หมายถึง มืด (darkness)

ถ้า L^* มีค่าเป็น 100 หมายถึง สว่าง (lightness)

โดยที่ค่าสี a^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness)

กรณีถ้า a^* มีค่าเป็น + หมายถึง สีแดง

ถ้า a^* มีค่าเป็น - หมายถึง สีเขียว

โดยที่ค่าสี b^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

กรณีถ้า b^* มีค่าเป็น + หมายถึง สีเหลือง

ถ้า b^* มีค่าเป็น - หมายถึง สีน้ำเงิน

วิธีการ

- 1) เปิดเครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR-300 ตั้งค่าให้เป็นระบบ CIE $L^*a^*b^*$ และปรับค่ามาตรฐานเครื่องด้วยแผ่นสีขาวมาตรฐาน (White blank; $L = 97.67$, $a = -0.18$, $b = +1.84$)
- 2) วัดสีตัวอย่าง โดยใส่ตัวอย่างประมาณ 3/4 ถ้วย ลงในถ้วย
- 3) วางถ้วยตัวอย่างบนหัววัดค่าสี และเครื่องจะวัดค่าสีโดยการถ่ายภาพซ้ำ 3 ครั้ง จึงแสดงค่าเฉลี่ยของค่าสี $L^*a^*b^*$
- 4) ทำข้อที่ 3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนตัวอย่างใหม่ทุกครั้งที่วัดค่าสีเสร็จ บันทึกค่าสี $L^*a^*b^*$ นำมาหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์

1) การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ตามวิธีการ AOAC (1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องตีตัวอย่าง (Stomacher)
- 2) ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
- 3) เครื่อง Laminar Flow
- 4) เครื่องเขย่า (Mixer)
- 5) จานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

อาหารเลี้ยงเชื้อและสารทดสอบ

- 1) Peptone Water (0.1 เปอร์เซ็นต์ Peptone ที่มีเกลือผสมอยู่ 0.85 เปอร์เซ็นต์) บรรจุขวดละ 225 มิลลิลิตร และบรรจุหลอดละ 9 มิลลิลิตร ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
- 2) Plate Count Agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

วิธีการตรวจสอบ

1) ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงใส่ตัวอย่าง เติม Peptone 225 มิลลิลิตร ตีให้ตัวอย่างกระจายทั่ว Peptone water โดยใช้เครื่อง Stomacher เป็นเวลา 1 นาที สารละลายตัวอย่างที่ได้ถือว่ามีค่าความเข้มข้น 10^{-1} (ตัวอย่างถูกเจือจาง 10 เท่า)

2) เตรียมสารละลายให้มีความเจือจางเพิ่มขึ้น 100, 1,000 และ 10,000 เท่า (นั่นคือตัวอย่างมีความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} ตามลำดับ) โดยปิเปตตัวอย่างที่ความเข้มข้น 10^{-1} จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มี Peptone water 9 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น 10^{-2} นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าให้เชื้อกระจายทั่วกันทั้งหมด ส่วนที่ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-4} ก็เตรียมได้ในลักษณะเดียวกัน แต่ใช้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ

3) ปิเปตตัวอย่างความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร (ผลิตภัณฑ์ดิบใช้ความเข้มข้น 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} สำหรับผลิตภัณฑ์สุกใช้ความเข้มข้น 10^{-1} , 10^{-2} และ 10^{-3}) ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ ความเข้มข้นละ 2 เพลท เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar 45 – 50 องศาเซลเซียส จำนวน 12 – 15 มิลลิลิตร ต่อเพลท โดยทำในเครื่อง Laminar Flow วนเพลทเพื่อให้ตัวอย่างกระจายทั่วเพลท ตั้งไว้ให้อาหารเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง กลับงานเลี้ยงเชื้อให้เพลทส่วนที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ด้านบน นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

การนับจำนวนโคโลนี การคำนวณและการรายงานผล

นำเพลทออกจากตู้บ่มเชื้อเมื่อครบกำหนดเวลา นับจำนวนโคโลนีของเชื้อที่เจริญ โดยเลือกเพลทที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30 – 300 โคโลนี จำนวนและรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g)

การคำนวณ

เลือกระดับความเจือจางที่ติดต่อกันเพียง 2 ระดับ ที่มีโคโลนีของเชื้ออยู่ในช่วง 30 – 300 นำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$APC = \frac{\Sigma C}{\{(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2)\} \times d}$$

เมื่อ ΣC = ผลรวมจำนวนโคโลนีทั้งหมดจากทุกเพลทที่สามารถนับจำนวนได้

n_1 = จำนวนเพลทที่สามารถนับโคโลนีได้เมื่อใช้สารละลายตัวอย่างที่มีการเจือจางน้อย

n_2 = จำนวนเพลทที่สามารถนับโคโลนีได้เมื่อใช้สารละลายตัวอย่างที่มีการเจือจางมาก

d = ระดับความเจือจางของสารละลายตัวอย่างใน n_1

2) การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกทั้งหมด ตามวิธีการ AOAC (1995)

เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องตีตัวอย่าง (Stomacher)
- 2) ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
- 3) เครื่อง Laminar Flow
- 4) เครื่องเขย่า (Mixer)
- 5) งานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

วิธีการ

1) เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม

2) ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) จากนั้นทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ GYP และทิ้งไว้ให้อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาใช้ในการทำ pour plate technique
- 4) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
- 5) นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นโดยจะเลือกนับโคโลนีที่อยู่ในช่วง 30 - 300 โคโลนี นำมารายงานผลเป็นจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในรูปโคโลนีต่อกรัม

การคำนวณ

จำนวนเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก (CFU/g) = จำนวนโคโลนีที่นับได้ × dilution factor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ข้อมูลผลการทดลอง

ตารางที่ จ-1 ผลได้ของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการอบแห้ง

วิธีการ	ปริมาณ แก่นตะวันสด (กรัม)	ปริมาณผงแก่นตะวันที่ได้ (กรัม)			เฉลี่ย	ผงแก่นตะวัน ที่ได้ (ร้อยละ)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
1	1,000	181.23	190.78	178.46	183.49	18.30
2	1,000	102.77	113.98	125.53	114.09	11.40

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิดูฐา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-2 ค่าสีของผงแก่นตะวันที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดค่าสี Minolta รุ่น CR-300

วิธีการ	ครั้งที่	ค่าสีในระบบ CIE		
		L*	a*	b*
1	1	81.26	1.50	14.10
	2	81.57	0.86	11.45
	3	81.84	1.99	12.72
2	1	72.78	2.69	18.72
	2	81.85	2.34	12.43
	3	81.37	1.05	10.32

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิดูฐา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-3 ปริมาณความชื้นของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)

วิธีการ	ครั้งที่	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
1	1	5.60
	2	6.46
	3	6.12
2	1	6.11
	2	6.47
	3	3.97

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิดูรา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-4 ปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)

วิธีการ	ครั้งที่	ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)
1	1	0.05
	2	0.90
	3	0.17
2	1	0.96
	2	1.24
	3	0.61

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิดูรา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-5 ปริมาณไขมันของผงแแกนตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)

วิธีการ	ครั้งที่	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
1	1	0.70
	2	0.77
	3	0.26
2	1	1.08
	2	1.53
	3	0.72

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิษฐา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-6 ปริมาณเยื่อใยหยาบของผงแแกนตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)

วิธีการ	ครั้งที่	ปริมาณเยื่อใยหยาบ (ร้อยละ)
1	1	3.69
	2	2.04
	3	2.67
2	1	2.87
	2	2.01
	3	1.53

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิษฐา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-7 ปริมาณเถ้าทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)

วิธีการ	ครั้งที่	ปริมาณเถ้าทั้งหมด (ร้อยละ)
1	1	4.79
	2	6.74
	3	3.14
2	1	6.16
	2	5.69
	3	5.54

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชินสุธา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-8 ปริมาณของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการตาม AOAC (1995)

วิธีการ	ครั้งที่	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)
1	1	94.69
	2	93.94
	3	94.23
2	1	94.12
	2	93.93
	3	96.19

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชินสุธา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-9 ปริมาณของเชื้อปนเปื้อนที่ตรวจพบในผงแแก่นตะวัน

วิธีการ	ความเจือจาง	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)	จำนวนโคโลนีที่นับได้			CFU/g
			งานที่ 1	งานที่ 2	งานที่ 3	
1	10^{-1}	1.0	5	7	2	น้อยกว่า 3×10^2
	10^{-2}	1.0	10	11	5	
	10^{-3}	1.0	6	6	3	
2	10^{-1}	1.0	1	3	2	น้อยกว่า 3×10^2
	10^{-2}	1.0	2	2	0	
	10^{-3}	1.0	3	2	0	

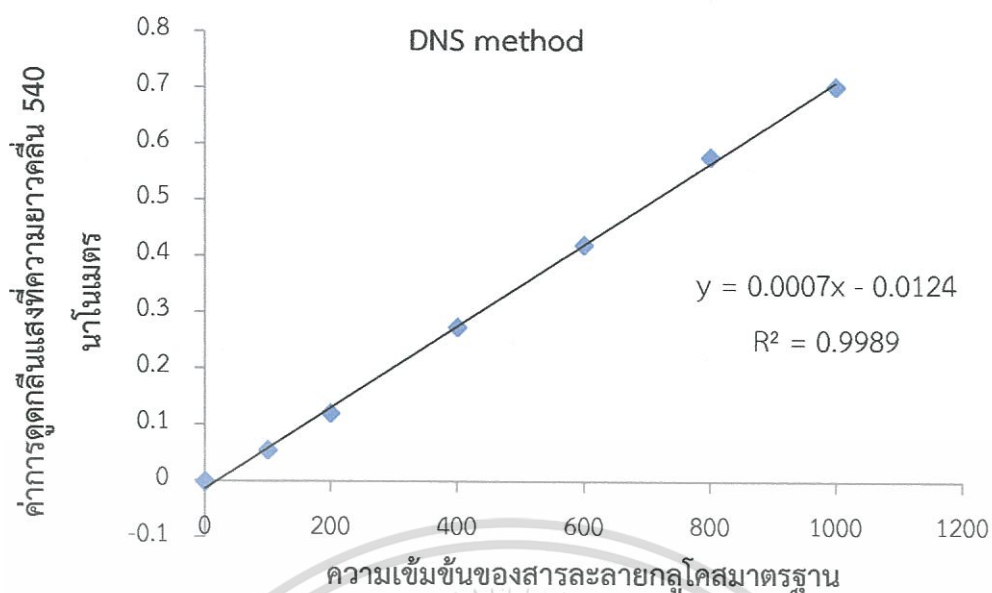
หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชินชฐา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-10 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ด้วยวิธี DNS method

ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส ($\mu\text{g/ml}$)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 nm
0	0.000
100	0.055
200	0.121
400	0.274
600	0.421
800	0.578
1,000	0.704

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ-1 กราฟแสดงค่าสารละลายกลูโคสมาตรฐานของวิธี DNS method

ตารางที่ จ-11 น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัมต่อลิตร) ที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน

Treatment	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2
1	0.5986	0.3700
2	0.6029	0.4786
3	0.6371	0.3629

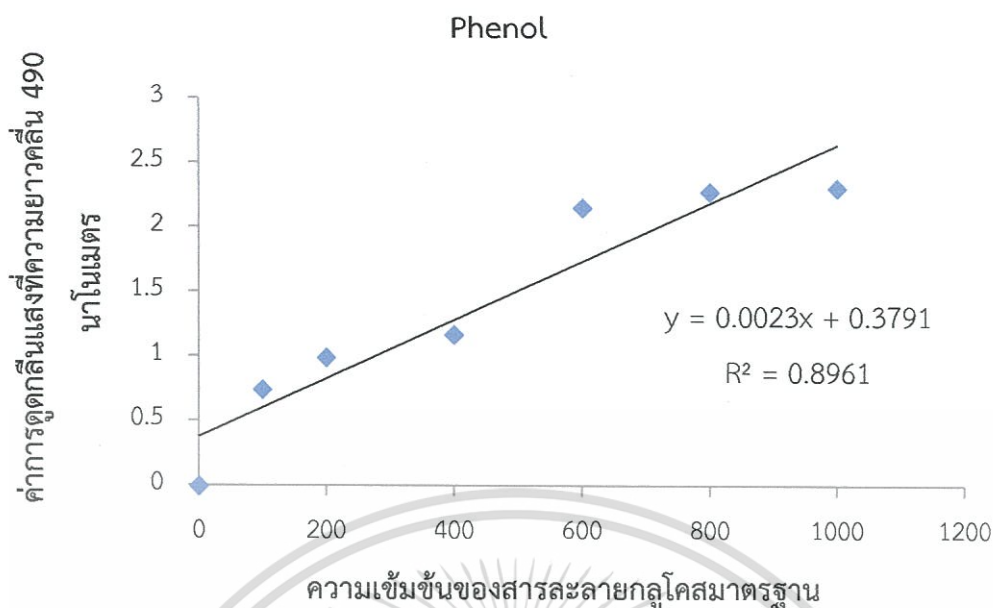
หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิดูรา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-12 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยวิธี phenol-sulfuric acid method

ความเข้มข้นของสารละลายกลูโคส ($\mu\text{g/ml}$)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 nm
0	0.000
100	0.746
200	0.996
400	1.174
600	2.157
800	2.280
1,000	2.312

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ-2 กราฟแสดงค่าสารละลายกลูโคสมาตรฐานของวิธี phenol-sulfuric acid method

ตารางที่ จ-13 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน

Treatment	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2
1	2.1783	1.7261
2	2.3870	1.7935
3	2.2217	1.5065

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิดูรา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

ตารางที่ จ-14 ปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวัน

Treatment	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2
1	1.5797	1.3561
2	1.7841	1.3149
3	1.5846	1.1436

หมายเหตุ : วิธีการที่ 1 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของชนิดูรา (2554)

วิธีการที่ 2 คือ การทำให้เป็นผงด้วยวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-15 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง

ปริมาณ ผงแก่นตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)								
		0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	1	24.00	22.00	19.00	17.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	2	24.00	22.00	20.00	17.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	3	24.00	21.00	20.00	19.00	17.00	15.00	15.00	14.00	14.00
3	1	26.00	24.00	20.00	17.00	16.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	2	26.00	24.00	18.00	16.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.00
	3	26.00	23.00	18.00	17.00	15.00	15.00	14.00	14.00	14.00
6	1	26.00	24.00	20.00	19.00	19.00	19.00	18.00	18.00	17.00
	2	26.00	23.00	20.00	20.00	19.00	19.00	19.00	18.00	15.00
	3	26.00	23.00	20.00	20.00	20.00	19.00	19.00	17.00	18.00
9	1	26.00	21.00	20.00	20.00	20.00	19.00	19.00	19.00	18.00
	2	26.00	23.00	22.00	21.00	21.00	21.00	18.00	18.00	18.00
	3	26.00	23.00	22.00	22.00	21.00	20.00	20.00	19.00	19.00

ตารางที่ จ-16 ค่าความเป็นกรด - ต่างในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง

ปริมาณ ผงแก่นตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	ค่าความเป็นกรด - ต่าง								
		ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)								
		0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	1	6.23	5.80	4.60	4.40	4.31	4.18	3.88	3.80	3.77
	2	6.21	5.83	4.87	4.48	4.36	4.10	3.92	3.89	3.81
	3	6.25	5.89	4.83	4.42	4.35	4.09	3.85	3.79	3.75
3	1	6.21	5.81	4.55	4.43	4.21	3.97	3.84	3.80	3.73
	2	6.21	5.64	4.48	4.38	4.17	3.89	3.82	3.82	3.72
	3	6.22	5.66	4.52	4.39	4.22	3.95	3.85	3.83	3.76
6	1	6.10	6.01	4.59	4.44	4.12	3.98	3.91	3.85	3.77
	2	6.13	6.05	5.62	4.30	4.01	3.95	3.87	3.87	3.71
	3	6.19	6.11	4.68	4.37	4.01	3.92	3.88	3.88	3.79
9	1	6.20	6.12	4.78	4.39	4.15	4.03	3.93	3.84	3.72
	2	6.19	5.88	4.50	4.31	4.13	3.95	3.88	3.87	3.73
	3	6.20	5.97	4.69	4.43	4.11	3.91	3.92	3.85	3.73

ตารางที่ จ-17 ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง

ปริมาณ ผงแก่นตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)								
		ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)								
		0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	1	0.2724	0.3360	0.8081	1.0714	1.2349	1.3802	1.4891	2.2155	2.5969
	2	0.2633	0.3178	0.6628	1.0170	1.1622	1.3166	1.4437	2.2428	2.6423
	3	0.2724	0.2996	0.6538	1.0260	1.2258	1.3257	1.4710	2.2609	2.7512
3	1	0.3087	0.4722	0.8263	1.2167	1.3257	1.3711	1.5254	2.1701	2.4879
	2	0.2724	0.5085	0.8808	1.0896	1.2803	1.4528	1.7161	2.2609	2.4879
	3	0.3178	0.5085	0.8354	1.2440	1.3075	1.4256	1.4800	2.2609	2.4607
6	1	0.4449	0.4903	1.3438	1.4437	1.6616	1.9340	2.1429	2.1883	2.1974
	2	0.4631	0.4722	1.2894	1.4346	1.6526	1.8705	2.1247	2.1883	2.2064
	3	0.4631	0.4631	1.3166	1.4165	1.6526	1.9068	2.1066	2.1974	2.2791
9	1	0.4268	0.4903	1.2712	1.2984	1.5618	1.9794	2.1883	2.2609	2.3790
	2	0.4358	0.5630	1.2258	1.2984	1.5527	1.9250	2.2518	2.2064	2.2609
	3	0.4358	0.4812	1.1986	1.2894	1.5890	1.9340	2.2246	2.1974	2.2518

ตารางที่ จ-18 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ต ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง

ปริมาณ ผงแก่นตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติก (logCFU/ml)								
		ระยะเวลาการหมัก (ชั่วโมง)								
		0	3	6	9	12	15	18	21	24
0	1	4.3424	5.1139	6.1139	7.2304	8.1761	8.2788	9.0792	9.3424	9.4914
	2	4.3424	5.0792	5.9912	7.2304	8.1139	8.3424	9.1461	9.4150	9.5315
3	1	4.3424	5.2533	6.5051	7.4314	8.4771	8.5315	9.3617	9.6628	10.2304
	2	4.3617	5.1761	6.3222	7.5682	8.5185	8.6128	9.5051	9.6335	10.2533
6	1	4.3424	5.0792	6.1761	7.2788	7.9638	8.2304	8.9912	9.3617	9.4150
	2	4.3424	5.0792	6.1461	7.3802	8.2041	8.3424	8.9731	9.4914	9.5315
9	1	4.3424	5.0414	6.1139	7.2553	7.4150	8.1139	8.3010	9.2788	9.3979
	2	4.3424	5.0792	5.9590	7.0792	7.2553	8.2788	8.3424	9.2553	9.4914

ตารางที่ จ-19 ค่าความเป็นกรด - ต่างในโยเกิร์ตสมุนไพรเข้มข้น ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ปริมาณผงแก่น ตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	ค่าความเป็นกรด - ต่าง			
		ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
		0	1	2	3
0	1	3.92	3.92	3.90	3.87
	2	3.86	3.92	3.92	3.92
	3	3.76	3.75	3.87	3.89
3	1	3.81	3.92	3.92	3.91
	2	3.72	3.99	3.96	3.92
	3	3.63	3.75	3.86	3.95

ตารางที่ จ-20 ปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกในโยเกิร์ตสมุนไพรเข้มข้น ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ปริมาณผงแก่น ตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)			
		ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
		0	1	2	3
0	1	1.8886	1.9885	1.8977	1.8069
	2	1.9885	1.8432	1.8886	1.8342
	3	1.9704	1.9250	1.8796	1.8796
3	1	2.1520	2.0339	2.0702	2.0702
	2	2.0521	2.2337	2.0793	2.0339
	3	2.2428	2.1701	2.1520	2.1701

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-21 ปริมาณเชื้อโหยหยาบในโยเกิร์ตสมูทซ์ชนิดผง ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ปริมาณผงแก่น ตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	ปริมาณเชื้อโหยหยาบ (ร้อยละ)			
		ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
		0	1	2	3
0	1	0.07	0.05	0.04	0.00
	2	0.02	0.10	0.03	0.06
	3	0.00	0.00	0.06	0.06
3	1	0.88	1.01	1.06	0.73
	2	0.83	0.76	0.30	0.56
	3	0.73	0.70	0.49	0.94

ตารางที่ จ-22 ค่าการตกตะกอนของโยเกิร์ตสมูทซ์ชนิดผง ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ปริมาณผงแก่น ตะวัน (ร้อยละ)	Treatment	การละลาย (มิลลิลิตร)			
		ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
		0	1	2	3
0	1	7.00	7.00	6.00	5.00
	2	7.00	6.00	6.00	7.00
	3	6.00	7.00	6.00	5.00
3	1	7.00	7.00	5.00	7.00
	2	6.00	7.00	5.00	6.00
	3	6.00	5.00	6.00	6.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-23 ค่าสีของโยเกิร์ตสมูทที่ชนิดผง ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ปริมาณแก่น ตะวันผง (ร้อยละ)	ระยะเวลาการ เก็บรักษา (สัปดาห์)	ค่าสี ในระบบ CIE								
		L*			a*			b*		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	0	86.39	86.12	86.53	8.71	8.30	8.91	10.60	10.29	10.69
	1	86.23	86.23	86.23	8.95	8.98	9.03	9.81	9.77	9.74
	2	86.74	86.73	86.51	9.21	8.72	8.93	10.21	10.32	10.09
	3	86.54	86.08	86.96	9.33	9.37	8.96	9.20	10.19	10.79
3	0	86.74	86.98	86.52	8.31	8.11	9.29	9.33	10.18	9.78
	1	86.05	86.47	85.99	9.39	8.83	9.19	10.28	10.27	10.29
	2	86.69	86.82	86.80	8.60	8.37	8.33	10.17	9.94	9.91
	3	87.50	86.60	87.67	8.45	8.88	8.45	9.19	9.57	8.97

ตารางที่ จ-24 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่ไม่เติมผงแกล่นตะวัน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ปริมาณผงแกล่นตะวัน (ร้อยละ)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ความเจือจาง	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)	จำนวนโคโลนีที่นับได้			CFU/ml	logCFU/ml
				งานที่ 1	งานที่ 2	งานที่ 3		
0	0	10 ⁻⁶	1.0	SPR	TNTC	TNTC	1.61 × 10 ⁹	9.2068
			1.0	157	160	166		
			1.0	10	11	N/D		
		10 ⁻⁷	1.0	SPR	TNTC	TNTC		
			1.0	150	157	155		
			1.0	SPR	24	20		
	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	SPR	SPR	1.60 × 10 ⁹	9.2041
			1.0	155	160	166		
			1.0	21	15	25		
		10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC	TNTC		
			1.0	153	155	150		
			1.0	14	N/D	N/D		
1	10 ⁻⁶	1.0	SPR	TNTC	TNTC	1.50 × 10 ⁹	9.1761	
		1.0	134	157	159			
		1.0	22	28	N/D			
	10 ⁻⁷	1.0	SPR	TNTC	TNTC			
		1.0	134	157	159			
		1.0	22	28	N/D			
10 ⁻⁸	1.0	SPR	TNTC	TNTC				
	1.0	134	157	159				
	1.0	22	28	N/D				

ตารางที่ จ-25 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมุนไพรชนิดผงที่ไม่เติมผงแกล่นตะวัน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)

ปริมาณผงแกล่นตะวัน (ร้อยละ)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)		ความเจือจาง	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)	จำนวนโคโลนีที่นับได้			CFU/ml	logCFU/ml		
					งานที่ 1	งานที่ 2	งานที่ 3				
0	1	3	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	SPR	TNTC	1.56 × 10 ⁹	9.1931		
			10 ⁻⁷	1.0	167	150	152				
			10 ⁻⁸	1.0	11	17	N/D				
	2	1	1	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	1.41 × 10 ⁹	9.1492	
				10 ⁻⁷	1.0	132	145	145			
				10 ⁻⁸	1.0	10	N/d	14			
		2	2	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	1.44 × 10 ⁹	9.1584	
					10 ⁻⁷	1.0	159	140			133
					10 ⁻⁸	1.0	11	N/D			17
		3	3	10 ⁻⁶	1.0	SPR	SPR	SPR	1.46 × 10 ⁹	9.1644	
					10 ⁻⁷	1.0	158	144			137
					10 ⁻⁸	1.0	22	28			N/D

ตารางที่ จ-26 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมูทที่ขึ้นดินผงที่ไม่เติมผงแกล่นตะวัน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)

ปริมาณผงแกล่นตะวัน (ร้อยละ)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ความเจือจาง	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)	จำนวนโคโลนีที่นับได้			CFU/ml	logCFU/ml
				งานที่ 1	งานที่ 2	งานที่ 3		
0	1	10 ⁻⁶	1.0	SPR	SPR	SPR	1.25 × 10 ⁹	9.0969
		10 ⁻⁷	1.0	133	121	122		
		10 ⁻⁸	1.0	N/D	24	20		
	2	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	1.31 × 10 ⁹	9.1173
		10 ⁻⁷	1.0	122	126	146		
		10 ⁻⁸	1.0	22	28	N/D		
	3	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	SPR	TNTC	1.38 × 10 ⁹	9.1399
		10 ⁻⁷	1.0	126	144	145		
		10 ⁻⁸	1.0	21	N/D	25		

ตารางที่ จ-27 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์

ปริมาณผงแกล่นตะวัน (ร้อยละ)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)		ความเจือจาง	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)	จำนวนโคโลนีที่นับได้			CFU/ml	logCFU/ml		
					งานที่ 1	งานที่ 2	งานที่ 3				
3	0	1	10 ⁻⁶	1.0	SPR	TNTC	TNTC	1.13 × 10 ¹⁰	10.0531		
			10 ⁻⁷	1.0	SPR	TNTC	TNCT				
			10 ⁻⁸	1.0	107	113	118				
		2	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC			1.11 × 10 ¹⁰	10.0453
			10 ⁻⁷	1.0	TNTC	SPR	TNTC				
			10 ⁻⁸	1.0	115	113	105				
	3	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	1.11 × 10 ¹⁰	10.0453			
		10 ⁻⁷	1.0	SPR	SPR	SPR					
		10 ⁻⁸	1.0	120	105	107					
	1	1	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	N/D			TNTC	1.03 × 10 ¹⁰	10.0128
			10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC			TNTC		
			10 ⁻⁸	1.0	102	95			111		
2		10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	1.07 × 10 ¹⁰	10.0294			
		10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC	TNTC					
		10 ⁻⁸	1.0	116	108	96					

ตารางที่ จ-28 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่เติมผงแก้แค้นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)

ปริมาณผงแก้แค้นตะวัน (ร้อยละ)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)		ความเจือจาง	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)	จำนวนโคโลนีที่นับได้			CFU/ml	logCFU/ml	
					งานที่ 1	งานที่ 2	งานที่ 3			
3	1	3	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	SPR	SPR	1.01 × 10 ¹⁰	10.0043	
			10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC	TNTC			
			10 ⁻⁸	1.0	98	100	105			
	2	1	1	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	SPR	9.80 × 10 ⁹	9.9912
				10 ⁻⁷	1.0	SPR	TNTC	TNTC		
				10 ⁻⁸	1.0	91	102	101		
		2	2	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	N/D	9.77 × 10 ⁹	9.9899
				10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC	TNTC		
				10 ⁻⁸	1.0	101	95	97		
		3	3	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	9.99 × 10 ⁹	9.9996
				10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC	TNTC		
				10 ⁻⁸	1.0	103	92	102		

ตารางที่ จ-29 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกในโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงที่เติมผงแกล่นตะวันความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ (ต่อ)

ปริมาณผงแกล่นตะวัน (ร้อยละ)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	ความเจือจาง	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)	จำนวนโคโลนีที่นับได้			CFU/ml	logCFU/ml
				งานที่ 1	งานที่ 2	งานที่ 3		
3	1	10 ⁻⁶	1.0	SPR	SPR	TNTC	9.47 × 10 ⁹	9.9763
		10 ⁻⁷	1.0	N/D	TNTC	TNTC		
		10 ⁻⁸	1.0	97	93	94		
	2	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	9.36 × 10 ⁹	9.9713
		10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC	TNTC		
		10 ⁻⁸	1.0	99	90	92		
	3	10 ⁻⁶	1.0	TNTC	TNTC	TNTC	9.23 × 10 ⁹	9.9652
		10 ⁻⁷	1.0	TNTC	TNTC	TNTC		
		10 ⁻⁸	1.0	97	90	90		

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1) การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลผลได้ของพวงแค้นตะวัน

ตารางที่ ฉ-1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของผลได้ของพวงแค้นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิดชา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Yield1	183.4900	3	6.46346	3.73168
	Yield2	114.0933	3	11.38042	6.57049

ตารางที่ ฉ-2 แสดงค่าความแปรปรวนของผลได้ของพวงแค้นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิดชา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Yield1 & Yield2	3	-.223	.857

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของผลได้ของผงแแกนตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Yield1 – Yield2	69.39667	14.28469	8.24727	33.91154	104.88179	8.415	2	.014

2) การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลการตรวจคุณภาพของผงแแกนตะวัน

1) ค่าสีในหน่วย L* ที่วัดได้จากผงแแกนตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-4 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีที่วัดในหน่วย L* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	L1	81.5589	3	.28862	.16664
	L2	78.6655	3	5.10259	2.94598

ตารางที่ ฉ-5 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีที่วัดในหน่วย L* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	L1 & L2	3	.864	.335

ตารางที่ ฉ-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีที่วัดในหน่วย L* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	L1 - L2	2.89333	4.85530	2.80321	-9.16790	14.95456	1.032	2	.410

2) ค่าสีในหน่วย a* ที่วัดได้จากผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-7 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีที่วัดในหน่วย a* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	a1	1.4511	3	.56637	.32700
	a2	2.0266	3	.86303	.49827

ตารางที่ ฉ-8 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีที่วัดในหน่วย a* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	a1 & a2	3	-.701	.505

ตารางที่ ฉ-9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีที่วัดในหน่วย a* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	a1 - a2	-.57557	1.32334	.76403	-3.86294	2.71180	-.753	2	.530

3) ค่าสีในหน่วย b* ที่วัดได้จากผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-10 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีที่วัดในหน่วย b* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	b1	12.7566	3	1.32873	.76714
	b2	13.8222	3	4.37044	2.52328

ตารางที่ ฉ-11 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสี่ที่วัดในหน่วย b* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	b1 & b2	3	.736	.473

ตารางที่ ฉ-12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสี่ที่วัดในหน่วย b* ที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	b1 - b2	-1.06557	3.50913	2.02600	-9.78274	7.65160	-.526	2	.651

4) ปริมาณความชื้นของน้ำหนักแห้งของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-13 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณความชื้นคิดเป็นน้ำหนักแห้งของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ความชื้น1	6.0566	3	.43313	.25007
	ความชื้น2	5.5144	3	1.35224	.78072

ตารางที่ จ-14 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณความซึ้นคิดเป็นน้ำหนักแห้งของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิดูฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ความซึ้น1 & ความซึ้น2	3	.012	.992

ตารางที่ จ-15 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณความซึ้นคิดเป็นน้ำหนักแห้งของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิดูฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	ความซึ้น1 - ความซึ้น2	.54220	1.41496	.81693	-2.97276	4.05716	.664	2	.575

5) ปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ จ-16 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	โปรตีน1	.3755	3	.46077	.26603
	โปรตีน2	.9366	3	.31899	.18417

ตารางที่ ฉ-17 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	โปรตีน1 & โปรตีน2	3	.756	.455

ตารางที่ ฉ-18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณโปรตีนของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	โปรตีน1 - โปรตีน2	-.56110	.30317	.17504	-1.31422	.19202	-3.206	2	.085

6) ปริมาณไขมันของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-19 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณไขมันของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ไขมัน1	.5800	3	.27951	.16138
	ไขมัน2	1.1111	3	.40610	.23446

ตารางที่ ฉ-20 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณไขมันของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ไขมัน1 & ไขมัน2	3	.894	.296

ตารางที่ ฉ-21 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณไขมันของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ไขมัน1 - ไขมัน2	-.53110	.20049	.11575	-1.02915	-.03305	-4.588	2	.044

7) ปริมาณเยื่อใยหยาบของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-22 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณเยื่อใยหยาบของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	เยื่อใยหยาบ1	2.8111	3	.83093	.47974
	เยื่อใยหยาบ2	2.1366	3	.68222	.39388

ตารางที่ ฉ-23 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณเยื่อใยหยาบของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	เยื่อใยหยาบ1 & เยื่อใยหยาบ2	3	.721	.488

ตารางที่ ฉ-24 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณเยื่อใยหยาบของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	เยื่อใยหยาบ1 – เยื่อใยหยาบ2	.67443	.58216	.33611	-.77174	2.12061	2.007	2	.183

8) ปริมาณเก้าทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-25 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณเก้าทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	เก้าทั้งหมด1	4.8877	3	1.79892	1.03861
	เก้าทั้งหมด2	5.7955	3	.32082	.18523

ตารางที่ ฉ-26 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณเก้าทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	เก้าทั้งหมด1 & เก้าทั้งหมด2	3	.174	.889

ตารางที่ ฉ-27 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณเก้าทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	เก้าทั้งหมด1 - เก้าทั้งหมด2	-.90777	1.77149	1.02277	-5.30838	3.49285	-.888	2	.468

9) ปริมาณของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-28 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ของแข็งทั้งหมด1	94.2866	3	.38354	.22143
	ของแข็งทั้งหมด2	94.7478	3	1.25249	.72313

ตารางที่ ฉ-29 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ของแข็งทั้งหมด1 & ของแข็งทั้งหมด2	3	-.061	.961

ตารางที่ ฉ-30 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณของแข็งทั้งหมดของผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	ของแข็งทั้งหมด1 - ของแข็งทั้งหมด2	-.46117	1.33218	.76913	-3.77048	2.84815	-.600	2	.610

10) ปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของดวงใจ และคณะ กับวิธีการของชนิษฐา

ตารางที่ ฉ-31 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Treatment 1	1.6495	3	.11662	.06733
	Treatment 2	1.2715	3	.11269	.06506

ตารางที่ ฉ-32 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Treatment 1 & Treatment 2	3	.313	.797

ตารางที่ ฉ-33 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณอินนูลินที่มีอยู่ในผงแก่นตะวันที่ได้จากวิธีการของชนิษฐา (2554) กับวิธีการของดวงใจ และคณะ (2556)

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Treatment 1 – Treatment 2	.37793	.13440	.07759	.04407	.71180	4.871	2	.040

3) การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลการตรวจวิเคราะห์การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก

1) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ตารางที่ ฉ-34 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	2	4.3400	.00000	.00000	4.3400	4.3400	4.34	4.34
3.00	2	4.3500	.01414	.01000	4.2229	4.4771	4.34	4.36
6.00	2	4.3400	.00000	.00000	4.3400	4.3400	4.34	4.34
9.00	2	4.3400	.00000	.00000	4.3400	4.3400	4.34	4.34
Total	8	4.3425	.00707	.00250	4.3366	4.3484	4.34	4.36

ตารางที่ ฉ-35 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	3	.000	1.000	.479
Within Groups	.000	4	.000		
Total	.000	7			

ตารางที่ ฉ-36 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
.00	2	4.3400	
6.00	2	4.3400	
9.00	2	4.3400	
3.00	2	4.3500	
Sig.			.235

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

2) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

ตารางที่ ๑-37 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	2		
3.00	2	5.2200	.05657	.04000	4.7118	5.7282	5.18	5.26
6.00	2	5.0800	.00000	.00000	5.0800	5.0800	5.08	5.08
9.00	2	5.0600	.02828	.02000	4.8059	5.3141	5.04	5.08
Total	8	5.1138	.07150	.02528	5.0540	5.1735	5.04	5.26

ตารางที่ ๑-38 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.031	3	.010	9.390	.028
Within Groups	.004	4	.001		
Total	.036	7			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-39 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Duncan^a

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
9.00	2	5.0600	
6.00	2	5.0800	
.00	2	5.0950	
3.00	2		5.2200
Sig.		.359	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

3) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

ตารางที่ ฉ-40 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	2	6.0500	.08485	.06000	5.2876	6.8124	5.99	6.11
3.00	2	6.4150	.13435	.09500	5.2079	7.6221	6.32	6.51
6.00	2	6.1650	.02121	.01500	5.9744	6.3556	6.15	6.18
9.00	2	6.0350	.10607	.07500	5.0820	6.9880	5.96	6.11
Total	8	6.1663	.17816	.06299	6.0173	6.3152	5.96	6.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-41 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.185	3	.062	6.684	.049
Within Groups	.037	4	.009		
Total	.222	7			

ตารางที่ ฉ-42 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
9.00	2	6.0350	
.00	2	6.0500	
6.00	2	6.1650	6.1650
3.00	2		6.4150
Sig.		.254	.060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

ตารางที่ ฉ-43 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	2	7.2300	.00000	.00000	7.2300	7.2300	7.23	7.23
3.00	2	7.5000	.09899	.07000	6.6106	8.3894	7.43	7.57
6.00	2	7.3300	.07071	.05000	6.6947	7.9653	7.28	7.38
9.00	2	7.1700	.12728	.09000	6.0264	8.3136	7.08	7.26
Total	8	7.3075	.14926	.05277	7.1827	7.4323	7.08	7.57

ตารางที่ ฉ-44 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

ANOVA

data

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.125	3	.042	5.374	.069
Within Groups	.031	4	.008		
Total	.156	7			

ตารางที่ ฉ-45 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
9.00	2	7.1700	
.00	2	7.2300	
6.00	2	7.3300	7.3300
3.00	2		7.5000
Sig.		.149	.126

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

ตารางที่ ฉ-46 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	2	8.1450	.04950	.03500	7.7003	8.5897	8.11	8.18
3.00	2	8.5000	.02828	.02000	8.2459	8.7541	8.48	8.52
6.00	2	8.0800	.16971	.12000	6.5553	9.6047	7.96	8.20
9.00	2	7.3400	.11314	.08000	6.3235	8.3565	7.26	7.42
Total	8	8.0163	.45807	.16195	7.6333	8.3992	7.26	8.52

ตารางที่ ฉ-47 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.424	3	.475	42.332	.002
Within Groups	.045	4	.011		
Total	1.469	7			

ตารางที่ ฉ-48 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
9.00	2	7.3400		
6.00	2		8.0800	
.00	2		8.1450	
3.00	2			8.5000
Sig.		1.000	.573	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15
 ตารางที่ ฉ-49 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	2	8.3100	.04243	.03000	7.9288	8.6912	8.28	8.34
3.00	2	8.5700	.05657	.04000	8.0618	9.0782	8.53	8.61
6.00	2	8.2850	.07778	.05500	7.5862	8.9838	8.23	8.34
9.00	2	8.1950	.12021	.08500	7.1150	9.2750	8.11	8.28
Total	8	8.3400	.16089	.05688	8.2055	8.4745	8.11	8.61

ตารางที่ ฉ-50 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.156	3	.052	8.141	.035
Within Groups	.025	4	.006		
Total	.181	7			

ตารางที่ ฉ-51 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
9.00	2	8.1950	
6.00	2	8.2850	
.00	2	8.3100	
3.00	2		8.5700
Sig.		.229	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

ตารางที่ ฉ-52 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	2	9.1150	.04950	.03500	8.6703	9.5597	9.08	9.15
3.00	2	9.4350	.10607	.07500	8.4820	10.3880	9.36	9.51
6.00	2	8.9800	.01414	.01000	8.8529	9.1071	8.97	8.99
9.00	2	8.3200	.02828	.02000	8.0659	8.5741	8.30	8.34
Total	8	8.9625	.43654	.15434	8.5975	9.3275	8.30	9.51

ตารางที่ ฉ-53 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.319	3	.440	119.660	.000
Within Groups	.015	4	.004		
Total	1.334	7			

ตารางที่ ฉ-54 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
9.00	2	8.3200		
6.00	2		8.9800	
.00	2		9.1150	
3.00	2			9.4350
Sig.		1.000	.090	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21
 ตารางที่ ฉ-55 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	2	9.3800	.05657	.04000	8.8718	9.8882	9.34	9.42
3.00	2	9.6450	.02121	.01500	9.4544	9.8356	9.63	9.66
6.00	2	9.4250	.09192	.06500	8.5991	10.2509	9.36	9.49
9.00	2	9.2700	.01414	.01000	9.1429	9.3971	9.26	9.28
Total	8	9.4300	.15166	.05362	9.3032	9.5568	9.26	9.66

ตารางที่ ฉ-56 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.149	3	.050	16.119	.011
Within Groups	.012	4	.003		
Total	.161	7			

ตารางที่ ฉ-57 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
9.00	2	9.2700	
.00	2	9.3800	
6.00	2	9.4250	
3.00	2		9.6450
Sig.		.052	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) การเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

ตารางที่ ฉ-58 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	2		
3.00	2	10.2450	.02121	.01500	10.0544	10.4356	10.23	10.26
6.00	2	9.4750	.07778	.05500	8.7762	10.1738	9.42	9.53
9.00	2	9.4450	.06364	.04500	8.8732	10.0168	9.40	9.49
Total	8	9.6688	.35879	.12685	9.3688	9.9687	9.40	10.26

ตารางที่ ฉ-59 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.890	3	.297	104.521	.000
Within Groups	.011	4	.003		
Total	.901	7			

ตารางที่ ฉ-60 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
9.00	2	9.4450	
6.00	2	9.4750	
.00	2	9.5100	
3.00	2		10.2450
Sig.		.295	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลการวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง

1) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ตารางที่ ฉ-61 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	6.2300	.02000	.01155	6.1803	6.2797	6.21	6.25
3.00	3	6.2133	.00577	.00333	6.1990	6.2277	6.21	6.22
6.00	3	6.1400	.04583	.02646	6.0262	6.2538	6.10	6.19
9.00	3	6.1967	.00577	.00333	6.1823	6.2110	6.19	6.20
Total	12	6.1950	.04145	.01197	6.1687	6.2213	6.10	6.25

ตารางที่ ฉ-62 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.014	3	.005	7.152	.012
Within Groups	.005	8	.001		
Total	.019	11			

ตารางที่ ฉ-63 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

Duncan^a

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
6.00	3	6.1400	
9.00	3		6.1967
3.00	3		6.2133
.00	3		6.2300
Sig.		1.000	.161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

ตารางที่ ฉ-64 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	3		
3.00	3	5.7033	.09292	.05364	5.4725	5.9341	5.64	5.81
6.00	3	6.0567	.05033	.02906	5.9316	6.1817	6.01	6.11
9.00	3	5.9900	.12124	.07000	5.6888	6.2912	5.88	6.12
Total	12	5.8975	.15972	.04611	5.7960	5.9990	5.64	6.12

ตารางที่ ฉ-65 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.225	3	.075	10.712	.004
Within Groups	.056	8	.007		
Total	.281	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-66 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ต่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3.00	3	5.7033		
.00	3	5.8400	5.8400	
9.00	3		5.9900	5.9900
6.00	3			6.0567
Sig.		.080	.059	.357

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3) การวัดค่าความเป็นกรด - ต่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

ตารางที่ ฉ-67 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ต่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	4.7667	.14572	.08413	4.4047	5.1286	4.60	4.87
3.00	3	4.5167	.03512	.02028	4.4294	4.6039	4.48	4.55
6.00	3	4.6300	.04583	.02646	4.5162	4.7438	4.59	4.68
9.00	3	4.6567	.14295	.08253	4.3016	5.0118	4.50	4.78
Total	12	4.6425	.12962	.03742	4.5601	4.7249	4.48	4.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-68 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.095	3	.032	2.810	.108
Within Groups	.090	8	.011		
Total	.185	11			

ตารางที่ ฉ-69 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	4.5167	
6.00	3	4.6300	4.6300
9.00	3	4.6567	4.6567
.00	3		4.7667
Sig.		.160	.169

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

ตารางที่ ฉ-70 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	4.4333	.04163	.02404	4.3299	4.5368	4.40	4.48
3.00	3	4.4000	.02646	.01528	4.3343	4.4657	4.38	4.43
6.00	3	4.3700	.07000	.04041	4.1961	4.5439	4.30	4.44
9.00	3	4.3767	.06110	.03528	4.2249	4.5284	4.31	4.43
Total	12	4.3950	.05179	.01495	4.3621	4.4279	4.30	4.48

ตารางที่ ฉ-71 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.007	3	.002	.888	.488
Within Groups	.022	8	.003		
Total	.030	11			

ตารางที่ ฉ-72 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
6.00	3		4.3700
9.00	3		4.3767
3.00	3		4.4000
.00	3		4.4333
Sig.			.203

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

ตารางที่ ฉ-73 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	4.3400	.02646	.01528	4.2743	4.4057	4.31	4.36
3.00	3	4.2000	.02646	.01528	4.1343	4.2657	4.17	4.22
6.00	3	4.0633	.05508	.03180	3.9265	4.2001	4.01	4.12
9.00	3	4.1300	.02000	.01155	4.0803	4.1797	4.11	4.15
Total	12	4.1833	.11114	.03208	4.1127	4.2539	4.01	4.36

ตารางที่ ฉ-74 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.126	3	.042	34.814	.000
Within Groups	.010	8	.001		
Total	.136	11			

ตารางที่ ฉ-75 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
6.00	3	4.0633			
9.00	3		4.1300		
3.00	3			4.2000	
.00	3				4.3400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

ตารางที่ ฉ-76 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	4.1233	.04933	.02848	4.0008	4.2459	4.09	4.18
3.00	3	3.9367	.04163	.02404	3.8332	4.0401	3.89	3.97
6.00	3	3.9500	.03000	.01732	3.8755	4.0245	3.92	3.98
9.00	3	3.9633	.06110	.03528	3.8116	4.1151	3.91	4.03
Total	12	3.9933	.08856	.02556	3.9371	4.0496	3.89	4.18

ตารางที่ ฉ-77 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.069	3	.023	10.404	.004
Within Groups	.018	8	.002		
Total	.086	11			

ตารางที่ ฉ-78 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	3.9367	
6.00	3	3.9500	
9.00	3	3.9633	
.00	3		4.1233
Sig.		.523	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

ตารางที่ ฉ-79 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	3.8833	.03512	.02028	3.7961	3.9706	3.85	3.92
3.00	3	3.8367	.01528	.00882	3.7987	3.8746	3.82	3.85
6.00	3	3.8867	.02082	.01202	3.8350	3.9384	3.87	3.91
9.00	3	3.9100	.02646	.01528	3.8443	3.9757	3.88	3.93
Total	12	3.8792	.03528	.01018	3.8568	3.9016	3.82	3.93

ตารางที่ ฉ-80 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.008	3	.003	4.355	.043
Within Groups	.005	8	.001		
Total	.014	11			

ตารางที่ ฉ-81 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	3.8367	
.00	3	3.8833	3.8833
6.00	3	3.8867	3.8867
9.00	3		3.9100
Sig.		.050	.254

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21
 ตารางที่ ฉ-82 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	3.8267	.05508	.03180	3.6899	3.9635	3.79	3.89
3.00	3	3.8167	.01528	.00882	3.7787	3.8546	3.80	3.83
6.00	3	3.8667	.01528	.00882	3.8287	3.9046	3.85	3.88
9.00	3	3.8533	.01528	.00882	3.8154	3.8913	3.84	3.87
Total	12	3.8408	.03343	.00965	3.8196	3.8621	3.79	3.89

ตารางที่ ฉ-83 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.005	3	.002	1.723	.239
Within Groups	.007	8	.001		
Total	.012	11			

ตารางที่ ฉ-84 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
3.00	3		3.8167
.00	3		3.8267
9.00	3		3.8533
6.00	3		3.8667
Sig.			.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) การวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24
 ตารางที่ ฉ-85 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	3.7767	.03055	.01764	3.7008	3.8526	3.75	3.81
3.00	3	3.7367	.02082	.01202	3.6850	3.7884	3.72	3.76
6.00	3	3.7567	.04163	.02404	3.6532	3.8601	3.71	3.79
9.00	3	3.7267	.00577	.00333	3.7123	3.7410	3.72	3.73
Total	12	3.7492	.03118	.00900	3.7294	3.7690	3.71	3.81

ตารางที่ ฉ-86 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.004	3	.001	1.883	.211
Within Groups	.006	8	.001		
Total	.011	11			

ตารางที่ ฉ-87 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของค่าความเป็นกรด - ด่าง ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
9.00	3	3.7267	
3.00	3	3.7367	
6.00	3	3.7567	
.00	3	3.7767	
Sig.			.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลการวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก

1) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ตารางที่ ฉ-88 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	.2694	.00525	.00303	.2563	.2824	.26	.27
3.00	3	.2996	.02402	.01387	.2400	.3593	.27	.32
6.00	3	.4570	.01051	.00607	.4309	.4831	.44	.46
9.00	3	.4328	.00520	.00300	.4199	.4457	.43	.44
Total	12	.3647	.08578	.02476	.3102	.4192	.26	.46

ตารางที่ ฉ-89 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.079	3	.026	142.785	.000
Within Groups	.001	8	.000		
Total	.081	11			

ตารางที่ ฉ-90 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี 'Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.00	3	.2694		
3.00	3		.2996	
9.00	3			.4328
6.00	3			.4570
Sig.		1.000	1.000	.061

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

ตารางที่ ๑-91 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	3		
3.00	3	.4964	.02096	.01210	.4443	.5485	.47	.51
6.00	3	.4752	.01385	.00799	.4408	.5096	.46	.49
9.00	3	.5115	.04483	.02588	.4001	.6229	.48	.56
Total	12	.4502	.08425	.02432	.3967	.5038	.30	.56

ตารางที่ ๑-92 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.072	3	.024	32.364	.000
Within Groups	.006	8	.001		
Total	.078	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-93 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.00	3	.3178	
6.00	3		.4752
3.00	3		.4964
9.00	3		.5115
Sig.		1.000	.156

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

ตารางที่ ฉ-94 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	3		
3.00	3	.8475	.02920	.01686	.7750	.9200	.83	.88
6.00	3	1.3166	.02720	.01570	1.2490	1.3842	1.29	1.34
9.00	3	1.2319	.03668	.02118	1.1408	1.3230	1.20	1.27
Total	12	1.0261	.26966	.07784	.8547	1.1974	.65	1.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑-95 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.779	3	.260	99.511	.000
Within Groups	.021	8	.003		
Total	.800	11			

ตารางที่ ๑-96 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.00	3	.7082	
3.00	3		.8475
9.00	3		
6.00	3		
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9
 ตารางที่ ฉ-97 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูป
 ของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	1.0381	.02916	.01684	.9657	1.1106	1.02	1.07
3.00	3	1.1834	.08240	.04757	.9787	1.3881	1.09	1.24
6.00	3	1.4316	.01385	.00799	1.3972	1.4660	1.42	1.44
9.00	3	1.2954	.00520	.00300	1.2825	1.3083	1.29	1.30
Total	12	1.2371	.15574	.04496	1.1382	1.3361	1.02	1.44

ตารางที่ ฉ-98 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่
 ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.251	3	.084	42.600	.000
Within Groups	.016	8	.002		
Total	.267	11			

ตารางที่ ฉ-99 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test
 (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
.00	3	1.0381			
3.00	3		1.1834		
9.00	3			1.2954	
6.00	3				1.4316
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12
 ตารางที่ ฉ-100 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดใน
 รูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	1.2076	.03961	.02287	1.1092	1.3060	1.16	1.23
3.00	3	1.3045	.02285	.01319	1.2477	1.3613	1.28	1.33
6.00	3	1.6556	.00520	.00300	1.6427	1.6685	1.65	1.66
9.00	3	1.5678	.01889	.01090	1.5209	1.6148	1.55	1.59
Total	12	1.4339	.19307	.05573	1.3112	1.5566	1.16	1.66

ตารางที่ ฉ-101 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่
 ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.405	3	.135	218.265	.000
Within Groups	.005	8	.001		
Total	.410	11			

ตารางที่ ฉ-102 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test
 (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
.00	3	1.2076			
3.00	3		1.3045		
9.00	3			1.5678	
6.00	3				1.6556
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15
 ตารางที่ ฉ-103 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดใน
 รูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	1.3408	.03439	.01986	1.2554	1.4263	1.32	1.38
3.00	3	1.4165	.04160	.02402	1.3132	1.5198	1.37	1.45
6.00	3	1.9038	.03186	.01839	1.8246	1.9829	1.87	1.93
9.00	3	1.9461	.02916	.01684	1.8737	2.0186	1.93	1.98
Total	12	1.6518	.28859	.08331	1.4684	1.8352	1.32	1.98

ตารางที่ ฉ-104 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่
 ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.907	3	.302	252.925	.000
Within Groups	.010	8	.001		
Total	.916	11			

ตารางที่ ฉ-105 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test
 (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.00	3	1.3408		
3.00	3		1.4165	
6.00	3			1.9038
9.00	3			1.9461
Sig.		1.000	1.000	.172

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18
 ตารางที่ ฉ-106 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดใน
 รูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	1.4679	.02285	.01320	1.4112	1.5247	1.44	1.49
3.00	3	1.5738	.12528	.07233	1.2626	1.8850	1.48	1.72
6.00	3	2.1247	.01815	.01048	2.0796	2.1698	2.11	2.14
9.00	3	2.2216	.03186	.01839	2.1424	2.3007	2.19	2.25
Total	12	1.8470	.34933	.10084	1.6251	2.0690	1.44	2.25

ตารางที่ ฉ-107 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่
 ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.307	3	.436	99.249	.000
Within Groups	.035	8	.004		
Total	1.342	11			

ตารางที่ ฉ-108 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test
 (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.00	3	1.4679	
3.00	3	1.5738	
6.00	3		2.1247
9.00	3		2.2216
Sig.		.086	.111

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21 ตารางที่ ฉ-109 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	2.2397	.02285	.01320	2.1830	2.2965	2.22	2.26
3.00	3	2.2306	.05242	.03027	2.1004	2.3609	2.17	2.26
6.00	3	2.1913	.00525	.00303	2.1783	2.2044	2.19	2.20
9.00	3	2.2216	.03436	.01984	2.1362	2.3069	2.20	2.26
Total	12	2.2208	.03428	.00990	2.1990	2.2426	2.17	2.26

ตารางที่ ฉ-110 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.004	3	.001	1.183	.376
Within Groups	.009	8	.001		
Total	.013	11			

ตารางที่ ฉ-111 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
6.00	3	2.1913	
9.00	3	2.2216	
3.00	3	2.2306	
.00	3	2.2397	
Sig.			.135

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24
 ตารางที่ จ-112 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดใน
 รูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	2.6635	.07930	.04578	2.4665	2.8605	2.60	2.75
3.00	3	2.4788	.01570	.00907	2.4398	2.5178	2.46	2.49
6.00	3	2.2276	.04480	.02586	2.1163	2.3389	2.20	2.28
9.00	3	2.2972	.07096	.04097	2.1210	2.4735	2.25	2.38
Total	12	2.4168	.18377	.05305	2.3000	2.5336	2.20	2.75

ตารางที่ จ-113 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่
 ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.344	3	.115	33.815	.000
Within Groups	.027	8	.003		
Total	.371	11			

ตารางที่ จ-114 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test
 (DMRT) ของปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติก ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
6.00	3	2.2276		
9.00	3	2.2972		
3.00	3		2.4788	
.00	3			2.6635
Sig.		.182	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้

1) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ตารางที่ ฉ-115 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	3		
3.00	3	26.0000	.00000	.00000	26.0000	26.0000	26.00	26.00
6.00	3	26.0000	.00000	.00000	26.0000	26.0000	26.00	26.00
9.00	3	26.0000	.00000	.00000	26.0000	26.0000	26.00	26.00
Total	12	25.5000	.90453	.26112	24.9253	26.0747	24.00	26.00

ตารางที่ ฉ-116 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 0

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.000	3	3.000		
Within Groups	.000	8	.000		
Total	9.000	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3
 ตารางที่ ฉ-117 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็ง
 ที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	3		
3.00	3	23.6667	.57735	.33333	22.2324	25.1009	23.00	24.00
6.00	3	23.3333	.57735	.33333	21.8991	24.7676	23.00	24.00
9.00	3	22.3333	1.15470	.66667	19.4649	25.2018	21.00	23.00
Total	12	22.7500	1.05529	.30464	22.0795	23.4205	21.00	24.00

ตารางที่ ฉ-118 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่
 ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.583	3	2.528	4.333	.043
Within Groups	4.667	8	.583		
Total	12.250	11			

ตารางที่ ฉ-119 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test
 (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 3

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.00	3	21.6667	
9.00	3	22.3333	22.3333
6.00	3		23.3333
3.00	3		23.6667
Sig.		.316	.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6
 ตารางที่ ฉ-120 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็ง
 ที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	19.6667	.57735	.33333	18.2324	21.1009	19.00	20.00
3.00	3	18.6667	1.15470	.66667	15.7982	21.5351	18.00	20.00
6.00	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
9.00	3	21.3333	1.15470	.66667	18.4649	24.2018	20.00	22.00
Total	12	19.9167	1.24011	.35799	19.1287	20.7046	18.00	22.00

ตารางที่ ฉ-121 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่
 ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.917	3	3.639	4.852	.033
Within Groups	6.000	8	.750		
Total	16.917	11			

ตารางที่ ฉ-122 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test
 (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 6

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	18.6667	
.00	3	19.6667	19.6667
6.00	3	20.0000	20.0000
9.00	3		21.3333
Sig.		.108	.054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

ตารางที่ ฉ-123 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	17.6667	1.15470	.66667	14.7982	20.5351	17.00	19.00
3.00	3	16.6667	.57735	.33333	15.2324	18.1009	16.00	17.00
6.00	3	19.6667	.57735	.33333	18.2324	21.1009	19.00	20.00
9.00	3	21.0000	1.00000	.57735	18.5159	23.4841	20.00	22.00
Total	12	18.7500	1.91288	.55220	17.5346	19.9654	16.00	22.00

ตารางที่ ฉ-124 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34.250	3	11.417	15.222	.001
Within Groups	6.000	8	.750		
Total	40.250	11			

ตารางที่ ฉ-125 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 9

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	16.6667	
.00	3	17.6667	
6.00	3		19.6667
9.00	3		21.0000
Sig.		.195	.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

ตารางที่ ฉ-126 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	15.6667	1.15470	.66667	12.7982	18.5351	15.00	17.00
3.00	3	15.3333	.57735	.33333	13.8991	16.7676	15.00	16.00
6.00	3	19.3333	.57735	.33333	17.8991	20.7676	19.00	20.00
9.00	3	20.6667	.57735	.33333	19.2324	22.1009	20.00	21.00
Total	12	17.7500	2.49089	.71906	16.1674	19.3326	15.00	21.00

ตารางที่ ฉ-127 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	63.583	3	21.194	36.333	.000
Within Groups	4.667	8	.583		
Total	68.250	11			

ตารางที่ ฉ-128 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 12

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	15.3333	
.00	3	15.6667	
6.00	3		19.3333
9.00	3		20.6667
Sig.		.608	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

ตารางที่ ฉ-129 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	3		
3.00	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
6.00	3	19.0000	.00000	.00000	19.0000	19.0000	19.00	19.00
9.00	3	20.0000	1.00000	.57735	17.5159	22.4841	19.00	21.00
Total	12	17.2500	2.41680	.69767	15.7144	18.7856	15.00	21.00

ตารางที่ ฉ-130 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	62.250	3	20.750	83.000	.000
Within Groups	2.000	8	.250		
Total	64.250	11			

ตารางที่ ฉ-131 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 15

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
.00	3	15.0000		
3.00	3	15.0000		
6.00	3		19.0000	
9.00	3			20.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

ตารางที่ ฉ-132 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
3.00	3	14.6667	.57735	.33333	13.2324	16.1009	14.00	15.00
6.00	3	18.6667	.57735	.33333	17.2324	20.1009	18.00	19.00
9.00	3	19.0000	1.00000	.57735	16.5159	21.4841	18.00	20.00
Total	12	16.8333	2.16725	.62563	15.4563	18.2103	14.00	20.00

ตารางที่ ฉ-133 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	48.333	3	16.111	38.667	.000
Within Groups	3.333	8	.417		
Total	51.667	11			

ตารางที่ ฉ-134 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 18

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	14.6667	
.00	3	15.0000	
6.00	3		18.6667
9.00	3		19.0000
Sig.		.545	.545

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

ตารางที่ ฉ-135 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
.00	3	14.6667	.57735	.33333	13.2324	16.1009	14.00	15.00
3.00	3	14.6667	.57735	.33333	13.2324	16.1009	14.00	15.00
6.00	3	18.3333	.57735	.33333	16.8991	19.7676	18.00	19.00
9.00	3	18.6667	.57735	.33333	17.2324	20.1009	18.00	19.00
Total	12	16.5833	2.06522	.59618	15.2712	17.8955	14.00	19.00

ตารางที่ ฉ-136 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44.250	3	14.750	44.250	.000
Within Groups	2.667	8	.333		
Total	46.917	11			

ตารางที่ ฉ-137 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 21

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
.00	3	14.6667	
3.00	3	14.6667	
6.00	3		18.3333
9.00	3		18.6667
Sig.		1.000	.500

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

ตารางที่ ฉ-138 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Descriptives

data

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
					.00	3		
3.00	3	14.3333	.57735	.33333	12.8991	15.7676	14.00	15.00
6.00	3	16.6667	1.52753	.88192	12.8721	20.4612	15.00	18.00
9.00	3	18.3333	.57735	.33333	16.8991	19.7676	18.00	19.00
Total	12	16.0000	1.85864	.53654	14.8191	17.1809	14.00	19.00

ตารางที่ ฉ-139 แสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

ANOVA

data

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31.333	3	10.444	12.533	.002
Within Groups	6.667	8	.833		
Total	38.000	11			

ตารางที่ ฉ-140 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ที่ระยะเวลาการหมักชั่วโมงที่ 24

Duncan^a

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	14.3333	
.00	3	14.6667	
6.00	3		16.6667
9.00	3		18.3333
Sig.		.667	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของโยเกิร์ตสมูทตี้ชนิดผงในระหว่างการเก็บรักษา

1) การวัดค่าความเป็นกรด - ต่างในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์
 ตารางที่ ฉ-141 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเป็นกรด - ต่างในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	พีเอช0C	3.8467	3	.08083	.04667
	พีเอช03	3.7200	3	.09000	.05196
Pair 2	พีเอช1C	3.8633	3	.09815	.05667
	พีเอช13	3.8867	3	.12342	.07126
Pair 3	พีเอช2C	3.8967	3	.02517	.01453
	พีเอช23	3.9133	3	.05033	.02906
Pair 4	พีเอช3C	3.9133	3	.02082	.01202
	พีเอช33	3.9267	3	.02082	.01202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ-142 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด - ต่างในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	พีเอช0C & พีเอช03	3	.990	.091
Pair 2	พีเอช1C & พีเอช13	3	.959	.183
Pair 3	พีเอช2C & พีเอช23	3	1.000	.000
Pair 4	พีเอช3C & พีเอช33	3	.846	.358

ตารางที่ ฉ-143 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าความเป็นกรด - ต่างในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	พีเอช0C - พีเอช03	.12667	.01528	.00882	.08872	.16461	14.363	2	.005
Pair 2	พีเอช1C - พีเอช13	-.02333	.04041	.02333	-.12373	.07706	-1.000	2	.423
Pair 3	พีเอช2C - พีเอช23	-.01667	.02517	.01453	-.07918	.04585	-1.147	2	.370
Pair 4	พีเอช3C - พีเอช33	-.01333	.01155	.00667	-.04202	.01535	-2.000	2	.184

2) การวัดปริมาณกรดในรูปของกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ ฉ-144 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Control0	1.9492	3	.05323	.03073
	Three0	2.1490	3	.09539	.05507
Pair 2	Control1	1.9189	3	.07284	.04206
	Three1	2.1459	3	.10207	.05893
Pair 3	Control2	1.8878	3	.00918	.00530
	Three2	2.1005	3	.04483	.02588
Pair 4	Control3	1.8402	3	.03672	.02120
	Three3	2.0914	3	.07053	.04072

ตารางที่ ฉ-145 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Control0 & Three0	3	-.197	.874
Pair 2	Control1 & Three1	3	-.961	.178
Pair 3	Control2 & Three2	3	-.831	.375
Pair 4	Control3 & Three3	3	.801	.408

ตารางที่ ฉ-146 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Control0 - Three0	-.19980	.11804	.06815	-.49302	.09342	-2.932	2	.099
Pair 2	Control1 - Three1	-.22700	.17326	.10003	-.65740	.20340	-2.269	2	.151
Pair 3	Control2 - Three2	-.21273	.05271	.03043	-.34367	-.08180	-6.991	2	.020
Pair 4	Control3 - Three3	-.25117	.04660	.02690	-.36693	-.13541	-9.335	2	.011

3) วิเคราะห์ปริมาณเชื้อโหยหายาบในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ ฉ-147 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณเชื้อโหยหายาบในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	โย0C	.0300	3	.03606	.02082
	โย03	.8133	3	.07638	.04410
Pair 2	โย1C	.0500	3	.05000	.02887
	โย13	.8233	3	.16442	.09493
Pair 3	โย2C	.0433	3	.01528	.00882
	โย23	.6167	3	.39552	.22835
Pair 4	โย3C	.0400	3	.03464	.02000
	โย33	.7433	3	.19035	.10990

ตารางที่ จ-148 แสดงค่าความแปรปรวนของปริมาณเชื้อไยหยาบในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ไย0C & ไย03	3	.908	.275
Pair 2	ไย1C & ไย13	3	.182	.883
Pair 3	ไย2C & ไย23	3	.052	.967
Pair 4	ไย3C & ไย33	3	.061	.961

ตารางที่ จ-149 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของปริมาณเชื้อไยหยาบในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ไย0C - ไย03	-.78333	.04619	.02667	-.89807	-.66860	-29.375	2	.001
Pair 2	ไย1C - ไย13	-.77333	.16289	.09404	-1.17798	-.36869	-8.223	2	.014
Pair 3	ไย2C - ไย23	-.57333	.39501	.22806	-1.55459	.40793	-2.514	2	.128
Pair 4	ไย3C - ไย33	-.70333	.19140	.11050	-1.17879	-.22787	-6.365	2	.024

4) การวัดค่าสีในหน่วย L* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ จ-150 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีในหน่วย L* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ส0L	86.3467	3	.20841	.12032
	ส03	86.7467	3	.23007	.13283
Pair 2	ส1L	86.2300	3	.00000	.00000
	ส13	86.2600	3	.41677	.24062
Pair 3	ส2L	86.6600	3	.13000	.07506
	ส23	86.7700	3	.07000	.04041
Pair 4	ส3L	86.5267	3	.44015	.25412
	ส33	87.1067	3	.53725	.31018

ตารางที่ จ-151 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีในหน่วย L* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ส0L & ส03	3	-.988	.099
Pair 2	ส1L & ส13	3	.	.
Pair 3	ส2L & ส23	3	-.407	.733
Pair 4	ส3L & ส33	3	.993	.075

ตารางที่ ฉ-152 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีในหน่วย L* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ส0L - ส03	-.40000	.43715	.25239	-1.48594	.68594	-1.585	2	.254
Pair 2	ส1L - ส13	-.03000	.41677	.24062	-1.06532	1.00532	-.125	2	.912
Pair 3	ส2L - ส23	-.11000	.17088	.09866	-.53449	.31449	-1.115	2	.381
Pair 4	ส3L - ส33	-.58000	.11269	.06506	-.85995	-.30005	-8.914	2	.012

5) การวัดค่าสีในหน่วย a* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ ฉ-153 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีในหน่วย a* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ส0L	8.6400	3	.31097	.17954
	ส03	8.5700	3	.63151	.36460
Pair 2	ส1L	8.9867	3	.04041	.02333
	ส13	9.1367	3	.28378	.16384
Pair 3	ส2L	8.9533	3	.24583	.14193
	ส23	8.4333	3	.14572	.08413
Pair 4	ส3L	9.2200	3	.22605	.13051
	ส33	8.5933	3	.24826	.14333

ตารางที่ ฉ-154 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีในหน่วย a* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ส0L & ส03	3	.847	.357
Pair 2	ส1L & ส13	3	-.215	.862
Pair 3	ส2L & ส23	3	.837	.369
Pair 4	ส3L & ส33	3	.575	.610

ตารางที่ ฉ-155 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีในหน่วย a* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ส0L - ส03	.07000	.40361	.23302	-.93262	1.07262	.300	2	.792
Pair 2	ส1L - ส13	-.15000	.29513	.17039	-.88314	.58314	-.880	2	.472
Pair 3	ส2L - ส23	.52000	.14731	.08505	.15406	.88594	6.114	2	.026
Pair 4	ส3L - ส33	.62667	.21962	.12680	.08110	1.17224	4.942	2	.039

6) การวัดค่าสีในหน่วย b* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ จ-156 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าสีในหน่วย b* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ส0L	10.5267	3	.20984	.12115
	ส03	9.7633	3	.42525	.24552
Pair 2	ส1L	9.7733	3	.03512	.02028
	ส13	10.2133	3	.12423	.07172
Pair 3	ส2L	10.2067	3	.11504	.06642
	ส23	10.0067	3	.14224	.08212
Pair 4	ส3L	10.0600	3	.80293	.46357
	ส33	9.2433	3	.30353	.17525

ตารางที่ จ-157 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าสีในหน่วย b* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ส0L & ส03	3	-.715	.493
Pair 2	ส1L & ส13	3	.042	.973
Pair 3	ส2L & ส23	3	.130	.917
Pair 4	ส3L & ส33	3	-.228	.853

ตารางที่ ฉ-158 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าสีในหน่วย b* ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ส0L - ส03	.76333	.59375	.34280	-.71161	2.23828	2.227	2	.156
Pair 2	ส1L - ส13	-.44000	.12767	.07371	-.75715	-.12285	-5.969	2	.027
Pair 3	ส2L - ส23	.20000	.17088	.09866	-.22449	.62449	2.027	2	.180
Pair 4	ส3L - ส33	.81667	.92089	.53167	-1.47094	3.10428	1.536	2	.264

7) ค่าการละลายในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ ฉ-159 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ตะกอน0C	6.6667	3	.57735	.33333
	ตะกอน03	6.3333	3	.57735	.33333
Pair 2	ตะกอน1C	6.6667	3	.57735	.33333
	ตะกอน13	6.3333	3	1.15470	.66667
Pair 3	ตะกอน2C	6.0000	3	.00000	.00000
	ตะกอน23	5.3333	3	.57735	.33333
Pair 4	ตะกอน3C	5.6667	3	1.15470	.66667
	ตะกอน33	6.3333	3	.57735	.33333

ตารางที่ ฉ-160 แสดงค่าความแปรปรวนของค่าการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ตะกอน0C & ตะกอน03	3	.500	.667
Pair 2	ตะกอน1C & ตะกอน13	3	-.500	.667
Pair 3	ตะกอน2C & ตะกอน23	3	.	.
Pair 4	ตะกอน3C & ตะกอน33	3	-.500	.667

ตารางที่ ฉ-161 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของค่าการตกตะกอนในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ตะกอน0C - ตะกอน03	.33333	.57735	.33333	-1.10088	1.76755	1.000	2	.423
Pair 2	ตะกอน1C - ตะกอน13	.33333	1.52753	.88192	-3.46125	4.12792	.378	2	.742
Pair 3	ตะกอน2C - ตะกอน23	.66667	.57735	.33333	-.76755	2.10088	2.000	2	.184
Pair 4	ตะกอน3C - ตะกอน33	-.66667	1.52753	.88192	-4.46125	3.12792	-.756	2	.529

8) การรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตารางที่ ฉ-162 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	เชื้อ0C	9.1995	3	.01045	.00603
	เชื้อ03	10.0479	3	.00450	.00260
Pair 2	เชื้อ1C	9.1846	3	.00850	.00491
	เชื้อ13	10.0155	3	.01277	.00737
Pair 3	เชื้อ2C	9.1573	3	.00766	.00442
	เชื้อ23	9.9936	3	.00527	.00304
Pair 4	เชื้อ3C	9.1180	3	.02151	.01242
	เชื้อ33	9.8998	3	.11854	.06844

ตารางที่ ฉ-163 แสดงค่าความแปรปรวนของการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	เชื้อ0C & เชื้อ03	3	.608	.584
Pair 2	เชื้อ1C & เชื้อ13	3	-.984	.113
Pair 3	เชื้อ2C & เชื้อ23	3	.719	.489
Pair 4	เชื้อ3C & เชื้อ33	3	.837	.369

ตารางที่ ฉ-164 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี T-Test ของการรอดชีวิตของเชื้อโพรไบโอติกในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	เชื้อ0C - เชื้อ03	-.84843	.00850	.00491	-.86956	-.82731	-172.822	2	.000
Pair 2	เชื้อ1C - เชื้อ13	-.83087	.02119	.01223	-.88350	-.77824	-67.927	2	.000
Pair 3	เชื้อ2C - เชื้อ23	-.83623	.00533	.00307	-.84946	-.82300	-271.963	2	.000
Pair 4	เชื้อ3C - เชื้อ33	-.78180	.10122	.05844	-1.03325	-.53035	-13.378	2	.006