สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

OPTIMIZATION PROCESS AND STORAGE CHANGES IN YAKITORI SAUCE

T060893

สุชาดา เขียวสอาด
SUCHADA KEAWSA-ARD

วพ
ส๗๖๗๗
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....60893
วัน,เดือน,ปี.....- 6 ก.ค. 2549

b.....11591869.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1928-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTIMIZATION PROCESS AND STORAGE CHANGES IN YAKITORI SAUCE

SUCHADA KEAWSA-ARD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE
OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2005

ISBN 974-15-1928-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2005
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ
นักศึกษา	นางสาวสุชาดา เขียวสอาด
รหัสประจำตัว	45063010
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.วริพัสย์ อารีกุล

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาในระหว่างการเก็บรักษาของซอสยากิโทริจำนวนทั้งสิ้น 6 สูตรใน ซอสสำหรับหมัก (Marinade sauce) ซอสสำหรับชุบย่าง (Dipping sauce) และซอสสำเร็จรูป (Finish sauce) โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 สัปดาห์ ในซอสสำหรับการชุบย่างและซอสสำหรับการตกแต่งไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ซอสสำหรับการหมักสูตร 1 จะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 1.35×10^{2} โคโลนีต่อกรัม เป็น 2.36×10^{8} โคโลนีต่อกรัม การทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี พบว่าค่าความหนืดและค่า pH มีค่าลดลง ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด และค่า a_w เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total soluble solid) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญ การให้ความร้อนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของซอสสำหรับการหมักนั้นพบว่า การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของซอสได้ถึง 6 เดือนโดยไม่มีความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี เมื่อเปรียบเทียบกับซอสที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบไม่สามารถทดสอบความแตกต่างของซอสสำหรับหมักที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนและที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีได้ แต่จะสามารถทดสอบความแตกต่างได้เมื่อให้ตัวอย่างที่ผ่านความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Optimization Process and Storage Changes in Yakitori Sauces
Student	Miss Suchada Keawsa-ard
Student ID	45063010
Degree	Master of science
Programme	Food Sanitation
Year	2005
Thesis Advisor	Dr. Varipat Areekul

ABSTRACT

The physicochemcial and microbiological changes were evaluated in six formula of three types of Yakitori sauces; marinade sauces, dipping sauces and finish sauces at 5°C for 28 weeks. No significant change in microbial count was observed in dipping and dressing sauces while total microbial count in marinade sauce formula I dramatically increased from $1.35x10^{2}$ cfu/g to $2.36x10^{8}$ cfu/g. Viscosity and pH of all formula decreased while acidity and a_w increased. Total soluble solid was slightly changed. In order to extend the shelf-life of marinade sauces, pasteurization process were applied. Heating at 85°C for 5 min was sufficient to obtain 6 month shelf-life without microbrial growth. The tendencies of alteration in physicochemical properties were similar to untreated sauce. Sensory evaluation reviewed that heated marinade sauces at 100°C for 15 min was significant difference from unheated sauce while no significant difference was observed in heated marinade sauce at 85°C for 15 min.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วริพัสย์ อารีกุล ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ และ ผศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ คุณบัญญัติ บรรเริงเสนาะ ผู้จัดการฝ่ายโรงงานบริษัทอาหารเบทเทอร์ และ คุณจิตติพัฒน์ ดวงพลอย ผู้จัดการทั่วไปบริษัทเฟรชมีทฟู้ด โปรดักส์ ที่อนุเคราะห์เวลาและวัตถุดิบสนับสนุนการวิจัยนี้ และเพื่อน ๆ ในบริษัทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้ข้อมูลสนับสนุนต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณพันพิมพ์ เมธิยานนท์ ที่ทำให้การวิจัยเป็นไปอย่างราบรื่น

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

สุชาดา เขียวสอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญรูป..... VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2

บทที่ 2 วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 ผลิตภัณฑ์ยากิโทริ..... 3

2.2 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตซอสยากิโทริ 3

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา..... 11

2.3.1 ปัจจัยภายใน 12

2.3.2 ปัจจัยภายนอก 15

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 19

3.1 วัตถุดิบ..... 19

3.2 เครื่องมือ สารเคมี และวิธีวิเคราะห์..... 19

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 20

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 22

4.1 ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนผสมของซอสยากิโทริ..... 22

4.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และจุลชีววิทยา
ในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ..... 24

4.3 ศึกษาผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ,
ทางเคมี และจุลชีววิทยา ในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ..... 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 53

เอกสารอ้างอิง 55

ภาคผนวก 58

ภาคผนวก ก. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 58

ภาคผนวก ข. แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 62

ภาคผนวก ค. ขั้นตอนและปริมาณส่วนผสมในการผลิตซอส 63

ภาคผนวก ง. ตาราง Difference test 69

ภาคผนวก จ. ตารางแสดงผลการทดลอง 70

ประวัติผู้เขียน 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ 13

2.2 แสดงสภาวะที่ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ 17

4.1 แสดงชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนผสมของซอสยากิโทริ..... 22

4.2 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในซอสที่ผ่านกระบวนการผลิตแต่ละสูตร..... 25

4.3 แสดงสมบัติทางกายภาพของซอสยกิโทริแต่ละสูตร..... 26

4.4 แสดงค่า a_w ของซอสยากิโทริแต่ละสูตรในสัปดาห์ที่ 1 และ สัปดาห์ที่ 23 ของการเก็บรักษา 31

4.5 ค่าความหนืด (viscosity) ซอสยากิโทริแต่ละสูตร ในสัปดาห์ที่ 1 และ สัปดาห์ที่ 23 ของการเก็บรักษา 32

4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริชนิดต่าง ๆ 33

4.7 แสดง% Acidity ของซอสยากิโทริหลังทำการผลิตและหลังทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 สัปดาห์ 33

4.8 แสดงเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ภายหลังจากให้ความร้อนในกระบวนการผลิต 35

4.9 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ภายหลังจากให้ความร้อนในกระบวนการผลิต 37

4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 1ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 40

4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส 42

4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมด ในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษา 44

4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษา 45

4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษา 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในวันแรก และวันสุดท้ายของการเก็บรักษา 49

4.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษา 50

4.17 แสดงผลการทดสอบของผู้บริโภคที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

4.1 รูปแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของซอสสำหรับหมักสูตร 1และสูตร 2..... 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ ซึ่งในปี 2544 มีการส่งออกมากเป็นจำนวนประมาณ 400,000 ตัน นำรายได้เข้าประเทศ 35,500 ล้านบาท และจัดเป็นประเทศที่มีการส่งออกเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์มากเป็นอันดับ 3 ของโลก

ตลาดส่งออกเนื้อไก่สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ไก่ชำแหละแช่แข็งทั้งตัว (whole chicken) ซึ่งมีการส่งออกน้อยมาก ส่วนตลาดประเภทที่สองได้แก่ไก่ชำแหละเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ แช่แข็ง เช่น เนื้อหน้าอก (boneless breast) เนื้อสันใน (fillet) และ ส่วนขา (leg) เป็นต้น ตลาดที่สามคือ ไก่แปรรูป เช่น ไก่ย่างเสียบไม้ (grill chicken) อาทิ ไก่ย่างยากิโทริ (Yakitori) ตลาดสุดท้ายนี้เป็นการเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์ และหลีกเลี่ยงการแข่งขันทางด้านราคาในตลาดไก่ชำแหละกับผู้ผลิตจากประเทศจีนและบราซิล อีกทั้งไก่แปรรูปจะพบปัญหาด้านสุขอนามัยน้อยกว่าไก่สด เพราะเนื้อไก่แปรรูปส่วนใหญ่จะทำเป็นอาหารเกือบสุกแล้ว เพื่อความสะดวกในการบริโภค โดยผู้บริโภคเพียงนำไปเข้าเตาอบเป็นเวลาสั้น ๆ ก็รับประทานได้ แม้ประเทศไทยเพิ่งเริ่มส่งออกไก่แปรรูปตั้งแต่ปี 2534 แต่ปริมาณและมูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี 2544 ส่งออก 89,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 11,500 ล้านบาท การส่งออกไก่แปรรูปโดยทั่วไปมักจะอยู่ในรูปการรับจ้างผลิตในชื่อของผู้จ้าง (ยุทธศักดิ์, 2004)

สำหรับผลิตภัณฑ์ไก่ย่างยากิโทริ เป็นผลิตภัณฑ์ไก่เสียบไม้ที่ชุ่มไปด้วยซอส ซึ่งอาจเป็นเนื้อไก่หรือส่วนต่าง ๆ ของไก่ เช่น สะโพก หนัง ตับ ฯลฯ โดยจะผ่านการย่างให้สุกอย่างสมบูรณ์ด้วยถ่าน (charcoals) โดยมีปัจจัยหลัก ๆ ที่สำคัญ 2 ปัจจัย กล่าวคือ ปัจจัยแรกได้แก่ส่วนผสมต่าง ๆ ของซอสที่ใช้ในการทำให้เนื้อไก่มีความชุ่มชื้น และปัจจัยที่สองคือ คุณภาพของถ่านที่นำมาใช้งาน

จากปัจจัยดังกล่าว ซอสที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ยากิโทริ จึงปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในกระบวนการผลิต ดังนั้นการศึกษาถึงอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซอสยากิโทริ

1.2.2 เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

1.2.3 เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

1.2.4 ศึกษาผลของความร้อนต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนผสมของซอสยากิโทริ โดยนำส่วนผสมต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของซอสยากิโทริมาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น โดยตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และ รา และ โคลิฟอร์ม เพื่อวิเคราะห์ว่าวัตถุดิบชนิดใดมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียของซอสยากิโทริ

1.3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกาย ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ 3 ประเภท ได้แก่ ซอสสำหรับการหมัก (marinade sauce) ซอสสำหรับชุบย่าง (dipping sauce) และ ซอสสำเร็จรูป (finish sauce) ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส โดยจะทำการตรวจสอบค่าความหนืด ค่าความเป็นกรด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณความชื้น การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา และโคลิฟอร์ม

1.3.3 ศึกษาผลของความร้อนต่อการยืดอายุการเก็บรักษา ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ โดยนำ ซอสสำหรับการหมัก (marinade sauce) มาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที

1.3.4 ศึกษาผลของความร้อนต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้การทดสอบแบบ Triangle test โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างซอสที่ผ่านการปรับกระบวนการและซอสที่ผ่านกระบวนการผลิตแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลิตภัณฑ์ยากิโทริ

ยากิโทริ (Yakitori) เป็นอาหารญี่ปุ่นที่นิยมแพร่หลายมากที่สุดชนิดหนึ่ง ทำโดยเสียบเนื้อไก่และผักชิ้นเล็กบนไม้เสียบที่ทำจากไม้ไผ่ แล้วย่างด้วยซอสชนิดพิเศษ ซึ่งซอสนี้ประกอบด้วยซอสถั่วเหลือง มิริน น้ำตาลทราย สาเกและส่วนผสมอื่น ๆ ซอสนี้นอกจากการให้รสชาติในผลิตภัณฑ์แล้วยังทำให้เกิดความมันเงาให้กับผลิตภัณฑ์รวมทั้งทำให้เกิดสีน้ำตาลกับผลิตภัณฑ์ (brown color) และส่วนใหญ่จะทำการเก็บรักษาโดยการแช่เย็นในระหว่างรอการใช้งาน ซึ่งอายุการเก็บรักษาของซอสจะขึ้นอยู่กับความคงตัวทางด้านกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา รวมทั้งความคงตัวทางด้านรสชาติ (http://japanesefood.about.com) โดยทั่วไปซอสยากิโทริสามารถจำแนกออกเป็น 3 ชนิดดังต่อไปนี้

1. ซอสสำหรับการหมัก (marinade sauce) เป็นซอสที่ใช้ในการหมักเนื้อและมักเป็นซอสที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต ทำให้มีแนวโน้มว่าจะเสื่อมเสียได้ง่ายกว่าซอสชนิดอื่น ๆ

2. ซอสสำหรับชุบย่าง (dipping sauce) เป็นซอสที่ใช้จุ่มในระหว่างการย่างยากิโทริในกระบวนการผลิต เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสี และรสชาติดี ซึ่งซอสนี้จะผ่านการให้ความร้อนมาก่อนการใช้งาน

3. ซอสสำหรับสำเร็จรูป (finish sauce) เป็นซอสที่ใช้ในการทาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสำเร็จแล้ว หรือเรียกอีกอย่างว่าเป็น dressing sauce ซึ่งมักเป็นซอสที่ผ่านการให้ความร้อนและมีความข้นหนืดมากกว่าซอสทั้ง 2 ชนิดข้างต้นที่กล่าวมา

2.2 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตซอสยากิโทริ

2.2.1 ซีอิ๊ว (soy sauce)

จัดเป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่นิยมกันมาก ทำมาจากการหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา แล้วตามด้วยแบคทีเรียและยีสต์ ในกระบวนการผลิตนั้นเริ่มจากการนำส่วนผสม ซึ่งประกอบด้วยถั่วเหลืองหรือถั่วเหลืองปราศจากไขมันที่ผ่านการย่อยสลายโดยทางเคมี ข้าวสาลีที่ผ่านการคั่วและบดแล้วรำข้าวสาลีที่ผ่านการนึ่งมาผสมกันจากนั้นจึงนำไปเติมหัวเชื้อโคจิและบ่มในถาดเป็นเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส แล้วจึงใส่น้ำเกลือความเข้มข้น 24 เปอร์เซ็นต์ หมักเป็นเวลา 2.5 เดือนถึง 1 ปี หรือนานกว่าขึ้นกับอุณหภูมิเป็นสำคัญ

ในระหว่างการหมัก เอนไซม์ต่าง ๆ เช่น โปรติเอส อะมิเลส และเอนไซม์อื่น ๆ ในโคจิจะยังคงดำเนินต่อไป การหมักที่เกิดขึ้นในระหว่างนี้จะสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การหมักเพื่อผลิตกรดแลกติคโดย lactic acid bacteria ที่มีอยู่ในหัวเชื้อ หรือโคจิ จากนั้นแบคทีเรีย *Pediococcus halophilus* จะสร้างกรดขึ้นอีก

2. การหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์ เช่น *Saccharomyces rouxii* และ *Zygosaccharomyces soyae*

3. การหมักขั้นสุดท้ายและช่วยการบ่ม เพื่อพัฒนากลิ่นและรสชาติที่จำเพาะของซีอิ๊วแต่ละชนิด (วราวุฒิ, 2538)

2.2.2 **สาเก** (sake)

เป็นชื่อเรียกโดยทั่วไปของเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองใสมีกลิ่นเฉพาะ โดยวัตถุดิบหลักที่นำมาใช้ได้แก่ ข้าวและยีสต์ คุณภาพของสาเกจะถูกแบ่งตามเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ กลิ่น-รส กลิ่นหอม (fragrance) และสี

ขั้นตอนการผลิตสาเกนั้นจะเริ่มจากการนำข้าวที่ผ่านการทำความสะอาดมาแช่ในน้ำเพื่อให้เมล็ดข้าวอุ้มน้ำประมาณ 25 - 30 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงไปนึ่งให้สุก น้ำที่สะสมอยู่ในเมล็ดจะทำให้แป้งในเมล็ดข้าวนั้นสามารถถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ได้ดีขึ้น จากนั้นนำข้าวส่วนหนึ่งแบ่งมาคลุกกับเชื้อรา *Aspergillus oryzae* เพื่อทำเป็นโคจิ โดยบ่มทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน โดยเชื้อราในโคจินี้จะผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลในถังหมักการหมักสาเกนั้นมักบ่มที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 15 องศาเซลเซียส นาน 18 วัน ที่อุณหภูมิต่ำนี้แป้งจะค่อย ๆ ถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลอย่างช้า ๆ และในขณะเดียวกันยีสต์ก็จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ต่อไป เมื่อสิ้นสุดการหมักจะได้แอลกอฮอล์ประมาณ 17 – 20 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงนำน้ำสาเกที่ได้มาผ่านการกรองและฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรเซชั่น (pasteurization) ที่อุณหภูมิประมาณ 60 – 65 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดการทำงานของยีสต์และเป็นการรักษาคุณภาพของสาเกทางด้านรสชาติและกลิ่น ซึ่งคุณภาพของสาเกนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ข้าว การขัดสีเมล็ดข้าว คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการหมักรวมทั้งสายพันธุ์ของยีสต์ด้วย

2.2.3 **มิริน** (mirin)

เป็นแอลกอฮอล์หวาน (sweet alcohol) ชนิดหนึ่งซึ่งมักใช้ในการประกอบอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นรส และทำให้อาหารมีลักษณะมันวาว ซึ่งมิรินจะใช้วัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตเช่นเดียวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเกโดยใช้ข้าวและยีสต์ ในกระบวนการผลิต แต่จะแตกต่างคือมิรินจะมีการเติมน้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) เพื่อปรุงแต่งรสชาติก่อนกระบวนการให้ความร้อน

มิรินที่ใช้เติมในซอสชนิดต่าง ๆ เช่นในซอสสำหรับหมัก (marinade sauce) เพื่อให้เนื้อและปลาสามารถเก็บรักษากลิ่นหอมเอาไว้ได้ และมักมีการใช้กับผลิตภัณฑ์เทอริยากิ เพื่อประโยชน์ 2 ประการ ประการแรกคือ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีรสหวานเล็กน้อย และประการที่สองเพื่อให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์มีความแวววาว (http://www.g-chef.html)

2.2.4 **ฟรุคโตส** (fructose)

เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) ที่มีความหวานมากกว่าซูโครสประมาณ 75 เปอร์เซนต์ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ฟรุคโตสและผลิตภัณฑ์เข้ามามีบทบาทใช้แทนซูโครส ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้ในรูปแบบของน้ำเชื่อมฟรุคโตส (fructose syrup)

คุณสมบัติของน้ำเชื่อมฟรุคโตส คือ

1. ช่วยในการเก็บรักษาความชื้น
2. ควบคุมการเกิดผลึก
3. ทำให้เกิดความดันออสโมติก (osmotic) ที่มากกว่าน้ำตาลซูโครส นอกจากนั้นยังช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์
4. ง่ายในการผสมกับสารให้ความหวานอื่น ๆ กรด และสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ
5. ช่วยควบคุมซับสเตรต (substrate) สำหรับการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบใช้เอนไซม์และไม่ใช้เอนไซม์ (browning และ maillard reaction)
6. มีความหวานสูง
7. ราคาถูกกว่าซูโครสเหลว (liquid sucrose) หรือ น้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup blends)(http://food.oregonstate-edu/sugar/hfcs.html)

2.2.5 **ขิง**

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Zingiber officinal rose* ใช้ในการประกอบอาหารโดยมีคุณสมบัติ คือ ช่วยทำให้หอมชวนรับประทาน ช่วยดับกลิ่นคาวในอาหาร นอกจากใช้เป็นอาหารเลิศรสแล้วยังมีสรรพคุณช่วยขับลม ช่วยย่อยอาหาร ช่วยขับเหงื่อ ขับน้ำนม ฯลฯ (มูลนิธิสุขภาพไทย, 2547)

2.2.6 **เกลือ** (salt)

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือเกลือแกง เกลือที่เหมาะสมในการใช้หมักเนื้อสัตว์ควรเป็นเกลือที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว เกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินเธาว์เป็นเกลือที่นิยมใช้เนื่องจากปราศจากโลหะหนักมากกว่าเกลือสมุทร อีกทั้งเกลือสมุทรอาจมีแบคทีเรียที่ทนความเค็มสูง (halophillic bacteria) และมีอนุมูลของสารพวกแคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งมีผลต่อการดูดซึมของน้ำเกลือทำให้ความสามารถในการละลายของโปรตีนลดลง โลหะหนักเช่น ผลึกและทองแดง ถ้ามีอยู่ในเกลือที่ใช้หมักเนื้อจะเร่งปฏิกิริยาการหืนของไขมัน เกลือสมุทรที่ผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งเจือปนข้างต้นแล้ว สามารถนำมาใช้ในการหมักได้เช่นกัน นอกจากนี้เกลือที่เติมไอโอดีนก็ไม่เหมาะที่จะใช้ในการหมักเนื้อที่มีการเติมไนเตรท เนื่องจากไอโอดีนจะเป็นตัวยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ช่วยเร่งการเปลี่ยนสารไนเตรทให้เป็นไนไตรทได้ เป็นผลทำให้ไนเตรทตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์มาก (เยาวลักษณ์, 2536)

บทบาทของเกลือต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือ

1. เกลือมีผลต่อการลดน้ำในผลิตภัณฑ์และทำให้แรงดันออสโมติค (osmotic pressure) ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปจึงทำให้ค่า water activity (a_w) ลดลง และส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องการเน่าเสีย

2. เกลือทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มจัด รสไม่นุ่มนวล และเปลี่ยนสีของเนื้อแดง (lean meat) ให้เป็นสีดำ อีกทั้งยังทำให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เหี่ยวย่น ไม่เป็นที่พึงปรารถนาต่อผู้บริโภค

2.2.7 **น้ำตาลทรายหรือซูโครส** (sugar)

น้ำตาลเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่นำมาบริโภคโดยตรงหรือใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เช่น ขนมหวาน ลูกกวาด ไซรัป น้ำเชื่อม ฯลฯ หรือใช้ผสมกับยาบางชนิด ซึ่งถ้าผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้รับการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ก็อาจเกิดการเสื่อมคุณภาพ ตลอดจนอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

ปกติน้ำตาลมีความชื้นต่ำจึงสามารถเก็บไว้ได้นานหากเก็บไว้ในภาชนะที่เหมาะสม การปนเปื้อนในน้ำตาลทรายอาจไม่ทำให้น้ำตาลเสีย แต่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลทรายเกิดการเสียได้ ถ้าผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีความชื้นเพียงพอต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (ลัดดาวัลย์, 2536)

บทบาทของน้ำตาลที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือ

2.2.7.1 น้ำตาลทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสอ่อนนุ่มขึ้น โดยที่น้ำตาลจะไปลดรสเค็ม ที่มีผลมาจากเกลือและป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อสัตว์ที่ดึงดูดออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไปในระหว่างการทำให้สุก ทำให้เนื้อมีรสชาติดีขึ้น และไม่แห้ง แข็งกระด้าง

2.2.7.2 น้ำตาลจะทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนของโปรตีน ทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อเมื่อผ่านการให้ความร้อน และมองดูน่ารับประทานเพิ่มขึ้น

2.2.7.3 น้ำตาลช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมไนเตรทเป็นไปตริกออกไซด์ ทำให้ปริมาณสารไนเตรทที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อย และเกิดสีแดงเร็วขึ้น (เยาวลักษณ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8 ฟอสเฟต (phosphate)

ฟอสเฟตเป็นสารประกอบที่ใช้เติมในน้ำหมักเนื้อ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water bining capacity) ทำให้เนื้อไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไประหว่างการทำให้สุก เนื้อมีความนุ่มและชุ่มน้ำเพิ่มขึ้นและมีรสชาติดี

บทบาทของสารฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อ คือ

2.2.8.1 การเพิ่มความนุ่ม โดยทำให้พีเอชของเนื้อเพิ่มขึ้นและช่วยทำให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัว เนื่องจากสารเอคโตไมโอซินแยกออกจากกันเป็น แอคติน และไมโอซิน สารฟอสเฟตที่ใช้คือ พวกไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate)

2.2.8.2 การเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยทำให้เส้นใยโปรตีนยืดตัวล้อมรอบโมเลกุลน้ำ พบว่าเกลือของกรดอ่อนที่ให้คุณสมบัตินี้ได้ดีคือ โซเดียมฟอสเฟต (sodium phosphate)

2.2.8.3 เพิ่มรสชาติ โดยการทำให้โมเลกุลของเนื้อสานกันเป็นตาข่าย สามารถกั้นไม่ให้เลือดและของเหลวในเนื้อไหลออกมา เนื้อจึงมีรสชาติขึ้น

2.2.8.4 ช่วยให้โมเลกุลเนื้อยึดเกาะกันดี โดยการดึงโมเลกุลโปรตีนที่ละลายน้ำได้มารวมตัวกันทำให้เนื้อเหนียวและยืดหยุ่นดีขึ้น นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

2.2.8.5 ช่วยให้สีคงทน โดยทำหน้าที่ควบคุมพีเอช ให้อยู่ในช่วง 6.0-6.6 จึงทำให้เนื้อสีแดงคงทนดีขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การใช้ไนไตรท และกรดแอสคอร์บิคคงตัวเพิ่มมากขึ้น แต่คุณสมบัติด้านการให้สีคงตัวของสารฟอสเฟตมีผลด้วยการใช้กรดแอสคอร์บิค และความสามารถนี้จะลดลงมาก ถ้ากระทบแสงสว่างจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

สารประกอบฟอสเฟตพวก alkaline phosphate เท่านั้นที่เหมาะสมต่อการใช้เพื่อปรับปรุงความสามารถในการอุ้มน้ำ(water binding capacity) ของเนื้อสัตว์เพราะ acid phosphate จะทำให้พีเอชของเนื้อลดลง และจะทำให้เนื้อเกิดการหดตัว นอกจากนี้มีการใช้สารพวกไตรโพลีฟอสเฟต (tripolyphosphate)ร่วมกับสารประกอบฟอสเฟตที่ออกฤทธิ์เป็นด่าง เพราะจะมีปฏิกิริยาเสริมร่วม (synergestic) ทำให้มีผลต่อความสามารถในการจับน้ำของเนื้อเพิ่มขึ้น สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (sodium tripolyphosphate $Na_5P_3O_{10}$) ซึ่งกฎหมายมีการกำหนดให้มีการเติมฟอสเฟตได้ โดยให้มีเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายได้ไม่เกินร้อยละ 5.0 ในขณะที่เนื้อจะมีฟอสเฟตในธรรมชาติอยู่ประมาณร้อยละ 0.01 ดังนั้นการใช้สารเหล่านี้ในระหว่างการหมักต้องหักลบออกด้วย

ในทางการค้าผลิตสารประกอบฟอสเฟตในรูปของผสมและให้ชื่อต่าง ๆ กันเช่น Accord Fitcord Kena Fos accord Tari complet K_3 และ Tari K_7 (เยาวลักษณ์, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.9 **เครื่องเทศ** (spices)

เครื่องเทศใช้เป็นสารให้กลิ่นรส และช่วยชูรส สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

2.2.9.1 เครื่องเทศชูรส (stimulate hot spices) ได้แก่ ขิง พริกขี้หนู พริกไทยดำพริกไทยขาว พริกสีแดงสด (paprika) หอม กระเทียม และผงมัสตาด (mustard powder)

2.2.9.2 เครื่องเทศหอม (aromatic spices) ได้แก่เครื่องเทศรวม (all spices) อบเชย (cinnamon) ยี่หร่า (caraway) กานพลู (cloves) ลูกผักชี (coriander) ดอกจันทร์ (mace) ลูกจันทร์ (nutmeg) ลูกกระวาน (cadamon) และโป๊ยกั๊ก (starseed)

2.2.9.3 ใบและต้นผักต่าง ๆ (herbs) ได้แก่ใบโหระพา (sweet basil) ใบกระวาน (bay leaves หรือ laurel leaves) ใบหูเสือ (sage) ใบสะระแหน่ (mint) และตะไคร้ (lemon grass) (เยาวลักษณ์, 2536)

2.2.10 **น้ำส้มสายชู** (vinegar)

เป็นสารปรุงรสอาหารให้มีรสเปรี้ยว ในน้ำส้มสายชูจะมีกรดน้ำส้ม (acetic acid) ซึ่งมีสูตร CH_3COOH เป็นองค์ประกอบ และอาจมีกรดอินทรีย์และสารอื่น ๆ ปนอยู่ด้วยเป็นส่วนน้อย เช่น กรดมาลิก (malic acid) กรดแล็กติก (lactic acid) กรดซิตริก (citric acid) เอสเทอร์ (ester) แอลกอฮอล์ (alcohol) แอลดีไฮด์ (aldehyde) กลีเซอรอล (glycerol) ฟอสเฟต (phosphate) และน้ำตาล (กุลยา, 2533)

น้ำส้มสายชูเป็นเครื่องปรุงที่ผลิตได้จากวัตถุดิบที่เป็นแป้งหรือน้ำตาล เช่น น้ำผลไม้ กากน้ำตาล มันเทศ น้ำเชื่อม เมล็ดพืช เป็นต้น โดยการหมักวัตถุดิบจนได้แอลกอฮอล์สูงพอสมควร แล้วออกซิไดส์แอลกอฮอล์จนได้กรดแอซีติกอย่างน้อยที่สุด 4 กรัม ใน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร น้ำส้มสายชูที่ผลิตโดยวิธีการนี้เรียกว่า "น้ำส้มสายชูหมัก" ในปัจจุบันมีการผลิตน้ำส้มสายชูจากแอลกอฮอล์โดยตรง น้ำส้มสายชูที่ได้เรียกว่า "น้ำส้มสายชูกลั่น"

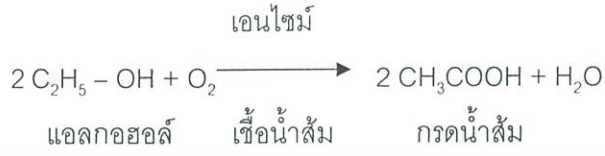
การหมักน้ำส้มสายชู อุตสาหกรรมการหมักน้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาลแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

(1) การหมักน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นกระบวนการในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนซึ่งเกิดจาก *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* สายพันธุ์ที่ผลิตแอลกอฮอล์ได้สูง ซึ่งเป็นดังสมการ

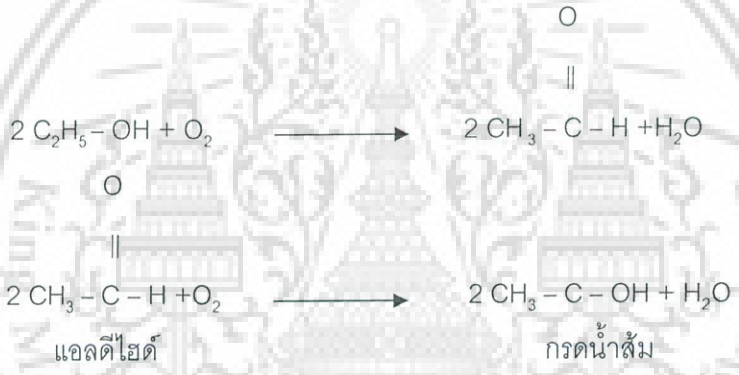
$$\underset{\text{น้ำตาล}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{ยีสต์}]{\text{เอนไซม์}} \underset{\text{แอลกอฮอล์}}{2\,C_2H_5OH} + 2CO_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การออกซิไดส์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดแอซิติก เป็นกระบวนการที่ต้องการออกซิเจน ซึ่งเกิดจากพวกแบคทีเรียชนิดให้เป็นกรดแอซีติก เช่น *Acetobacter sp.* และ *Gluconobacter sp.* ซึ่งเป็นดังสมการ



ในการออกซิไดส์แอลกอฮอล์ให้เป็นกรดน้ำส้มนั้น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจริง ๆ ออกซิเจนจะเปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นแอลดีไฮด์ก่อน แล้วออกซิเจนจึงเปลี่ยนแอลดีไฮด์ให้เป็นกรดน้ำส้มอีกต่อหนึ่งดังสมการ



2.2.11 **คาราเมล** (caramel powder)

คาราเมลเป็นสีอาหารชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลเข้มในรูปของเหลว หรือของแข็งที่เป็นผง เกิดจากการควบคุมการให้ความร้อนของน้ำตาล เช่น เดร็กโตรส (dextrose) ซูโครส (sucrouse) และ มอลโทส (maltose syrup) ในการให้สีอาหารด้วยคาราเมลนี้องค์ประกอบของอาหารจะต้องมีประจุชนิดเดียวกันกับอนุภาคของคาราเมล มิฉะนั้นอนุภาคจะดึงดูดซึ่งกันและกันทำให้ตกตะกอนออกมา คาราเมลพบได้หลายชนิดเช่น acid-proof caramel ที่มีประจุลบซึ่งใช้ได้ในเครื่องดื่มอัดแก๊ส คาราเมลที่ใช้ในขนมอบและคาราเมลแบบแห้งสำหรับ dry mixes มักมีการผสมในผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการให้สีเครื่องดื่ม เช่น โคลา และรูทเบียร์ และในขนมอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.12 **สตาร์ชดัดแปร** (modified starch)

การใช้ประโยชน์ของสตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติในอุตสาหกรรมอาหารมีข้อจำกัด และยังอาจมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเนื่องจากพีเอช อุณหภูมิ และแรงเฉือนในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหาร มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของสตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติ นอกจากนี้สตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติไม่สามารถละลายน้ำที่อุณหภูมิห้อง มีความคงตัวต่อการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์ และไม่มีคุณสมบัติที่เฉพาะเจาะจง จึงมีการนำเอาสตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติมาดัดแปร โดยการทำลายโครงสร้างธรรมชาติของเม็ดสตาร์ช ทำให้สตาร์ชที่ได้จากธรรมชาติมีสมบัติเปลี่ยนไป สตาร์ชดัดแปรที่เกิดขึ้นใหม่จะมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น ทำให้ความหนืดลดลง คงตัวต่อความร้อน กรด และแรงเฉือน (นิธิยา, 2545)

วิธีการดัดแปรสตาร์ชทำได้ 3 วิธี คือ

1. วิธีทางเคมี การดัดแปรสตาร์ชวิธีนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลสตาร์ชเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ตัวอย่างเช่น การใช้กรดหรือออกซิไดซิงเอเจนต์ ทำลายโครงสร้างธรรมชาติของสตาร์ชให้มีขนาดเล็กลง เพื่อลดความหนืดของสารละลายสตาร์ชเมื่อได้รับความร้อน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นมีหลายแบบ เช่น ครอสลิ้ง(cross-linking) อีเทอริฟิเคชัน (etherification) และเอสเทอริฟิเคชัน (esterification)

2. วิธีทางกายภาพ เป็นวิธีการดัดแปรสตาร์ชโดยใช้ความร้อน ความดัน แรงเฉือน และความชื้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ลักษณะคือ

2.1 มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของสตาร์ช เช่น เกิด disorganization ของเม็ดสตาร์ช

2.2 ทำลายโมเลกุลของสตาร์ช

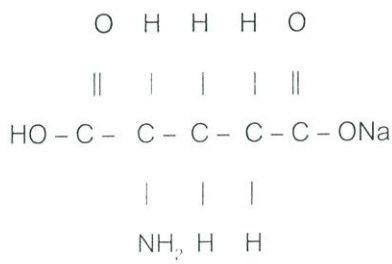
การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะมีผลทำให้สตาร์ชดัดแปรที่ได้มีคุณสมบัติ (functional properties) และคุณค่าทางโภชนาการเปลี่ยนไป ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้ สตาร์ชดัดแปรที่นิยมใช้วิธีนี้เรียกว่า pregelatinized starch

3. วิธีการใช้เอนไซม์

2.2.13 **ผงชูรส**

ผงชูรสใช้ปรุงอาหารเพื่อเสริมแต่งรสอาหาร ทำให้อาหารมีรสอร่อยขึ้น ผงชูรสเป็นสารประกอบพวกเกลือของกรดกลูทามิก (glutamic acid) มีชื่อทางเคมีว่า มอโนโซเดียมกลูทาเมต (monosodium glutamate) มีชื่อย่อว่า MSG มีสูตรโครงสร้างทางเคมีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ในประเทศไทยนั้น ผลิตผงชูรสจากแป้งมันสำปะหลัง โดยเอาแป้งมันสำปะหลังใส่น้ำเคี่ยวกับกรดกำมะถันเพื่อให้ได้กลูโคส แล้วหมักกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดพิเศษ จะได้แอมโมเนียมกลูทาเมต เติมโซดาไฟลงไป ในที่สุดจะได้มอโนโซเดียมกลูทาเมต

ประเภทของผงชูรส ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2515) แบ่งผงชูรสออกเป็นสองชนิด คือ

ก. ผงชูรสแท้ ต้องมีคุณภาพและมาตรฐานประกอบด้วยมอโนโซเดียมกลูทาเมตอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก

ข. ผงชูรสผสม ต้องมีคุณภาพและมาตรฐานประกอบด้วยมอนอโซเดียมกลูทาเมตไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 และไม่ถึงร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก (กุลยา, 2533)

คุณภาพและความคงตัวของวัตถุดิบที่นำมาใช้มีความสำคัญในการผลิตซอส โดยวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีจะช่วยรักษาอายุการเก็บรักษาของซอส วัตถุดิบทุกชนิดจะต้องถูกปฏิบัติหรือจับต้องให้ถูกตามหลัก GMP (Good Manufacturing Practice) ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างกระบวนการผลิต วัตถุดิบชนิดต่าง ๆ อาจถูกปนเปื้อน (contaminated) ก่อนการใช้งาน ซึ่งมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของซอสจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่นำมาใช้งาน (Anderson และ Blanchfield, 1991)

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา

ความรู้และความเข้าใจเรื่องอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ผู้บริโภคมั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่บริโภคนั้นมีคุณภาพและมีความปลอดภัย ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการ เช่น วิธีในการเก็บรักษา การกระจายสินค้า และการขายสินค้า (IFST,1993)นอกจากนั้นอาจเกิดการเสื่อมเสียโดยมีสาเหตุมาจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ หรือมักเกิดมาจากผลของปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้น เช่น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสี และ/หรือ กลิ่นรส (เช่น การเกิดกลิ่นเหม็นหืนในไขมัน) เป็นต้น (วราวุฒิ, 2538)

ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้แก่ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ปัจจัยภายใน ประกอบด้วย

- ค่า a_w หรือปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้

Water Activity (a_w) หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (p) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่จุดอิ่มตัวที่อุณภูมิเดียวกัน (p_0)

$$a_w = p/p_0$$

Raoult's law กล่าวว่า ตัวถูกละลายจะลดความดันไอของน้ำในอาหาร มีผลทำให้ค่า a_w ลดลงด้วย อาหารทุกชนิดมีน้ำเป็นองค์ประกอบ สถานภาพของน้ำในอาหารอธิบายโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในอาหารกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่อยู่รอบ ๆ อาหารนั้น อัตราส่วนของตัวเลขทั้งสองนี้เป็นค่า a_w

a_wเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพและการเน่าเสียของอาหาร เพราะความชื้นในอาหารและค่า a_w จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมี หรือปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์อย่างช้า ๆ และมีการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ดังนั้นการลดปริมาณน้ำในอาหารให้น้อยลงเพื่อให้ค่า a_w ลดต่ำลง จึงเป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี วิธีการลดปริมาณน้ำอาจใช้วิธีการทำแห้งแบบต่าง ๆ หรือการเติมตัวถูกละลายลงไป เช่น การเติมน้ำตาลลงในแยม หรือผลไม้แช่อิ่ม หรือการเติมเกลือลงไปในผักดอง เป็นต้น (นิธิยา, 2545)

- ค่าพีเอชและค่าความเป็นกรด (total acidity) ความเป็นกรด-ด่างของสารละลายใด ๆ จะวิเคราะห์ได้จากความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในสารละลายนั้น ๆ ซึ่งจะผันแปรไปตามชนิดของตัวถูกละลาย และใช้สัญลักษณ์ "pH" เป็นตัวกำหนดค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ซึ่งในการคำนวณค่าพีเอชสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$pH = - \log [H^+]$$

(โดย $[H^+]$หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ที่มีหน่วยเป็นโมลาร์ หรือโมลต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) (นิธิยา, 2545)

พีเอชของอาหารมีผลต่ออัตราการเจริญและอัตราการอยู่รอดของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปยีสต์และราจะทนกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย ดังนั้นอาหารที่เป็นกรดจึงมีโอกาสที่เสื่อมเสียจากเชื้อรามากกว่าเชื้อจุลินทรีย์ประเภทอื่น ดังแสดงในตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย ยีสต์และราชนิดต่าง ๆ ซึ่งอาหารแต่ละชนิดจะมีพีเอชที่แตกต่างกันแต่ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่มักจะเป็นกลางจนถึงกรด อาหารที่มีพีเอชต่ำจึงมักเก็บได้นานกว่าอาหารที่มีพีเอชเป็นกลาง (ลัดดาวัลย์, 2536)

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์	pH		
	Minimum	Optimum	Maximum
Bacteria (most)	4.5	6.5-7.5	9.0
Asetobacter	4.5	5.4-6.3	
Aeromonas	5.5	-	9.0
Bacillus subtilis	4.2-4.5	6.8-7.2	9.4-10.0
Clostridium	4.6-5.0	-	-
C. botulinum	4.8-5.0	-	-
C. perfringens	-	6.0-7.6	8.5
C. sporogenes	5.0-5.8	6.0-7.6	8.5-9.0
Eevinia carotorora	4.6	7.1	9.3
Escherichia coli	4.3-4.4	6.0-8.0	9.0-10.0
Gluconobacter oxydans	4.0-4.5	5.5-6.0	-
Lactobacillus (most)	3.0-4.4	5.5-6.0	7.2-8.0
L. acidophilus	4.0-4.6	5.5-6.0	7.0
L. plantarum	3.5	5.5-6.5	8.0
Leuconostoc cremoris	5.0	5.5-6.0	6.5
L.oenos	-	4.2-4.8	-
Pediococcus cerevisiae	2.9	4.5-6.5	7.8
Propionibacterium	-	6.5-7.0	-
Proteus vulgaris	4.4	6.0-7.0	8.4-9.2
Pseudomonas (most)	5.6	6.6-7.0	9.0
P. aeruginosa	4.4-5.6	6.6-7.0	8.0—9.0
Salmonella (most)	4.0-5.0	6.0-7.5	9.0
S. typhi	4.0-4.5	6.5-7.2	8.0-9.6
S. choleraesuis	5.0	7.0-7.6	8.2
Serratia marceseens	4.6	6.0-7.0	8.0
Staphylococcus (most)	4.2	6.8-7.5	9.3
S. aureus	4.0-4.7	-	9.5-9.8
Streptococcus (most)	-	6.2	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

เชื้อจุลินทรีย์	pH		
	Minimum	Optimum	Maximum
S. lactis	4.1-4.8	6.4	9.2
Vibrio	6.0	-	9.0
V. cholerae	-	8.6	-
V. parahaemolyticus	4.8	-	7.8
Yeast	1.5-3.5	4.0-6.5	8.0-8.5
Candida krusei	1.5-2.0	-	-
C. albicans	2.2	-	9.6
Hansenula	-	4.5-5.5	-
Kluyeeromyces	1.5-2.0	-	-
Pichia	1.5	-	-
Saccharomyces cerevisiae	2.0-2.4	4.0-5.0	-
Mold	1.5-3.5	4.5-6.8	8.0-11.0
Aspergillus	-	3.0-6.8	-
A. niger	1.2	3.0-6.0	-
A. oryzae	1.6-1.8	-	9.0-9.3
Botrytis cinerea	2.5	-	7.4
Mucor	-	3.0-6.1	9.2
Pennicillium	-	4.5-6.7	-
Rhizopus nigricans	-	4.5-6.0	-

ที่มา : Banwart (1981)

- ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและรีดักชั่น (redox potential (Eh))

ค่าEhนี้จะมีผลต่อค่าa_wต่ำที่สุดที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เช่น *Staphylococcus aureus* มีรายงานว่าค่า a_w ที่ต่ำสุดในการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.86 ในสภาพที่มีอากาศ แต่จะเพิ่มขึ้นเป็น 0.90 เมื่อเลี้ยงในสภาพที่ปราศจากอากาศ (วราวุฒิ, 2538)

- ปริมาณออกซิเจน (available oxygen)

- สารอาหาร

สารอาหารในอาหารมีความสำคัญต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญ ที่สำคัญได้แก่อาหารที่ใช้เป็นแหล่งพลังงาน อาหารสำหรับการเจริญและสารช่วยในการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรตโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาล เป็นแหล่งพลังงานที่ดี แต่สารประกอบคาร์บอนตัวอื่นก็อาจใช้แทนได้ เช่น เอสเทอร์ แอลกอฮอล์ เพปไทด์ กรดอะมิโน กรดอินทรีย์และเกลือของกรดอินทรีย์ โปรตีน เพปไทด์ และกรดอะมิโน อาจใช้เป็นพลังงานของจุลินทรีย์พวกย่อยโปรตีนได้ในกรณีที่มีการขาดแคลนแหล่งพลังงานที่ดีกว่านี้

นอกจากแหล่งพลังงานแล้ว จุลินทรีย์ยังมีความต้องการอาหารอื่นเพื่อให้เจริญได้ดี จุลินทรีย์ต่างชนิดกันมีความสามารถในการใช้สารประกอบไนโตรเจนเป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อการเจริญได้แตกต่างกัน จุลินทรีย์หลายชนิดที่ไม่สามารถย่อยโปรตีนได้ จะไม่สามารถนำไนโตรเจนจากโปรตีนไปใช้ได้ โปรตีนที่ดีควรจะสามารถถูกย่อยให้เป็นเพปไทด์ กรดอะมิโน ยูเรีย แอมโมเนีย ฯลฯ ในปริมาณมาก จุลินทรีย์บางชนิดอาจใช้เพปไทด์ กรดอะมิโน ยูเรีย แอมโมเนีย หรือสารประกอบไนโตรเจนที่มีโมเลกุลไม่ซับซ้อนได้

- ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอด
- การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ (เช่น เอนไซม์)
- การใช้สารถนอมอาหารในสูตรผลิตภัณฑ์ (เช่น เกลือ)

ปัจจัยภายในต่าง ๆ เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความผันแปรต่าง ๆ ของวัตถุดิบที่นำมาใช้ ชนิด และคุณภาพ ตลอดจนสูตรโครงสร้างของผลิตภัณฑ์

2.3.2 **ปัจจัยภายนอก** ได้แก่

- เวลาและอุณหภูมิขณะทำการผลิต อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์โดยแต่ละชนิดจะมีความต้องการและทนต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกัน อุณหภูมิที่เก็บอาหารจะเป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญและควบคุมอัตราการเจริญจำนวนจุลินทรีย์ที่จะรอดชีวิตอยู่และการเกิดกิจกรรมต่าง ๆ
- การควบคุมอุณหภูมิขณะทำการเก็บรักษาและกระจายสินค้า
- ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity, Rh) ขณะทำการผลิต เก็บรักษา และกระจายสินค้า
- ปริมาณแสง (UV & IR) ขณะทำการผลิต เก็บรักษา และกระจายสินค้า
- ปริมาณจุลินทรีย์ในสภาพแวดล้อมขณะทำการผลิต เก็บรักษา และกระจายสินค้า
- องค์ประกอบของภาชนะบรรจุ (packaging)
- ผลจากการให้ความร้อน (เช่น reheating หรือ cooking ก่อนการบริโภค)
- การปฏิบัติของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานร่วมกันของปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกอาจจะถูกกระตุ้นด้วยจำนวนกระบวนการผลิตที่กำหนดอายุการเก็บรักษา ซึ่งการผลิตนี้สามารถแบ่งได้ดังนี้

2.3.3 การเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลชีววิทยา

การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในขณะทำการเก็บรักษาจะขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย โดยที่สำคัญ ๆ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในขณะเริ่มทำการเก็บรักษา คุณสมบัติของอาหาร เช่น ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของสารถนอมอาหาร กระบวนการที่ใช้ในการผลิตอาหาร และสิ่งแวดล้อมภายนอกรอบ ๆ ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น องค์ประกอบของแก๊สรอบ ๆ ผลิตภัณฑ์ และอุณหภูมิของการเก็บรักษา จำนวนปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย แสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.2 แสดงสภาวะที่ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	Minimun pH For growth	Minimum a_w for growth	Anaerobic growth	Minimum temp (^{0}C)
จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค				
Salmonella	4.0	0.94	Yes	7
Staphylococcus aureus	4.0 (4.5 for toxin)	0.83 (0.90 for toxin)	Yes For toxin)	6 (10 for toxin)
Bacillus cereus (psychrotrophic)	4.4	0.93	Yes	< 4
Clostridium botulinum				
Proteolytic A,B,F	4.6	0.93	Yes	10
Non-Proteotytic B,E,F	5.0	0.97	Yes	3.3
Listeria monocytogenes	4.3	0.92	Yes	0
Escherrichia coli	4.4	0.95	Yes	7.0
Vibrio parahaemolyticus	4.8	0.94	Yes	5
Yersinia enterolitica	4.2	0.96	Yes	-2
E.coli 0157	4.5	0.95	Yes	-6.5
จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย				
Pseudomonas	5.5	0.97	No	< 0
Enterobacter aerogens	4.4	.094	Yes	2
Lactic acid bacteria	3.8	0.94	Yes	4
Micrococci	5.6	0.9	No	4
Yeast	1 – 5	0.8	Yes	-5
Moulds	< 2.0	0.6	No	< 0

ที่มา : David และ Persis (2000)

การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร เช่น *Salmonella spp.* และ *Listeria monocytogenes* อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏกลิ่น รส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
60893

หรือเนื้อสัมผัส ที่จะทดสอบได้โดยประสาทสัมผัสของมนุษย์ แต่จะมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค ส่วนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียสามารถแยกแยะได้โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ยกตัวอย่างเช่น การเจริญของเชื้อรา มักจะทำให้กลิ่นและรสเปลี่ยนแปลงไปมากกว่าการทำงานของเอนไซม์ที่ผลิตโดยเชื้อจุลินทรีย์

2.3.4 การเสื่อมเสียโดยการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเสื่อมเสียที่สำคัญ ๆ ส่วนใหญ่มักเกิดจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในอาหาร หรือปฏิกิริยาระหว่างอาหารกับส่วนประกอบแวดล้อมภายนอก ยกตัวอย่างเช่น ออกซิเจนทำให้เกิดการเหม็นหืนของไขมันที่มีกลไกแตกต่างกันออกไป เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น-รีดักชั่นเป็นต้น

การทำงานของเอนไซม์จะกำหนดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้และปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation reaction) จะกำหนดอายุการเก็บรักษาของเนื้อสัตว์ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการไฮโดรไลซีส (hydrolysis) มักปรากฏในผลิตภัณฑ์ที่มีความหวานมาก ๆ ความหวานที่ลดลง และการเกิดสีน้ำตาลที่แบบไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymic browning) สามารถเกิดขึ้นได้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลาย ๆ ชนิด(David และ Persis, 2000)

2.3.5 การเสื่อมเสียโดยการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียทางด้านกายภาพในอาหาร เช่น การเหี่ยวของผัก หรือการดูดซับความชื้นทำให้สูญเสียความกรอบในผลิตภัณฑ์อาหารเช้า (breakfast cereal) และบิสกิต ผักสลัดสำเร็จรูปสามารถเสื่อมเสียเนื่องจากการสูญเสียน้ำจากองค์ประกอบในส่วนที่เป็นผักไปสู่ส่วนของน้ำสลัดได้ การไหม้เนื่องจากการแช่แข็ง (freezer burn) เป็นผลลัพธ์มาจากการสูญเสียความชื้นจากบริเวณผิวหน้าอาหารแช่แข็ง การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ สามารถกำหนดอายุการเก็บรักษาได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มีองค์ประกอบของอาหารมาก ๆ เช่น การสูญเสียความชื้นจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง (วราวุฒิ, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในเป็นองค์ประกอบของซอสยากิโทริ ได้แก่

ซอสถั่วเหลือง น้ำเชื่อมกลูโคส น้ำส้มสายชูหมัก ซอสถั่วเหลืองสูตร 3 ซอสถั่วเหลืองสูตร 4 น้ำเชื่อมฟรุคโตส 55 เปอร์เซ็นต์ ผงคาราเมล ผงชูรส เกลือ น้ำตาลทราย พริกไทยขาวป่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต หอมผง สตาร์ชดัดแปร (SMS-757) ขิงบด น้ำกรอง มิริน และ สาเก

3.2 เครื่องมือ สารเคมี และวิธีวิเคราะห์

3.2.1 เครื่องมือ

- เครื่องมือวัดความหนืด (Brookfield engineering labs.Inc,USA)
- เครื่องวัดค่า a_w (Thermoconstanter novasiana RS 232, Switzerland)
- pH meter (Inolab pH level 1, Germaney)
- Hand refractrometer (Atag N-3E, Japan)

3.2.2 สารเคมี

- 0.1 N. โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH)
- ฟีนอฟทาลีน ($C_{20}H_{14}O_4$)
- plate count agar (MERCK)
- potato dextrose agar (MERCK)
- lauryl sulfate tryptose broth (MERCK)
- brilliant green lactose bile broth (MERCK)
- cook meat medium (MERCK)
- Baird-parker medium (MERCK)
- Hektoen Enteric agar (MERCK)
- Xylose lysine deoxycholate agar (MERCK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีวิเคราะห์คุณภาพ

3.2.3.1 คุณภาพทางด้านเคมี

- วิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด (Total Acidity) โดยวิธีไตเตรท (AOAC, 1990)

3.2.3.2 คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา (ภาคผนวก ก.)

- วิเคราะห์หาปริมาณ Total plate count โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) (ISO 4833:1991)

- วิเคราะห์หาปริมาณ yeast & mold ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA)(ISO 4833:1991)

- วิเคราะห์ Coliform ด้วยวิธี MPN Method (LST) (ISO 4831:1991)

- วิเคราะห์หา Salmonella (ISO 6579:1993)

- วิเคราะห์หา *Staphylococcus aureus* (ISO 6888: 1983)

- วิเคระห์หา *Clostridium perfringens* (ISO 7937: 1985)

3.2.3.3 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ข.)

โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ triangle test เพื่อทดสอบดูการยอมรับของผู้บริโภคว่าสามารถแยกความแตกต่างของซอสที่มีการปรับกระบวนการผลิตได้หรือไม่อย่างไร

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 ศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนผสมของซอสยากิโทริ

โดยการนำองค์ประกอบในการผลิตซอสยากิโทริ ได้แก่ ซีอิ๊วขาว น้ำเชื่อมกลูโคส น้ำส้มสายชูหมัก ซีอิ๊วขาวสูตร 3 ซีอิ๊วขาวสูตร 4 น้ำเชื่อมฟรุคโตส 55 เปอร์เซ็นต์ ผงคาราเมล ผงชูรส เกลือ น้ำตาลทราย พริกไทยขาวป่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต หอมบดแห้ง สตาร์ชดัดแปร (SMS-757 และ MT-01) ขิงบด น้ำกรอง มิริน และ สาเก มาวิเคราะห์โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ยีสต์และรา (Yeast & Mold)และ MPN โคลิฟอร์ม

3.3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

นำซอสยากิโทริทั้ง 3 ชนิด ชนิดละ 2 สูตรที่ผ่านกระบวนการผลิตดังภาคผนวก ค. (ซอสในสูตรที่นำมาทำการศึกษา เป็นสูตรซอสที่ใช้ในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม) มาเพื่อจะทำการศึกษาอายุการการเก็บรักษา โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 - 5 องศาเซลเซียส และในระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาจะมีการสุ่มตัวอย่างออกมาเพื่อทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 สัปดาห์ ดังต่อไปนี้

3.3.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ

3.3.2.1.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (total soluble solid) ด้วย hand refractrometer โดยจะทำการตรวจสอบในทุก ๆ สัปดาห์

3.3.2.1.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช โดยจะทำการตรวจสอบโดยใช้ pH meter ทุก ๆ สัปดาห์

3.3.2.1.3 การเปลี่ยนแปลงค่า water activity (a_w) โดยจะทำการตรวจสอบในครั้งแรกและครั้งสุดท้ายของอายุการเก็บรักษาของซอสแต่ละชนิด โดยใช้เครื่องวัดค่า water activity

3.3.2.1.4 การเปลี่ยนแปลงของค่าความหนืด โดยจะทำการตรวจสอบในครั้งแรกและครั้งสุดท้ายของอายุการเก็บรักษาของซอสแต่ละชนิด

3.3.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี

โดยวิธีการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดทั้งหมด (total acidity) ด้วยวิธีการไตเตรท โดยใช้สารละลาย 0.1 นอร์มอล ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ และ ฟีนอฟทาลีน เป็นอินดิเคเตอร์ ($C_{20}H_{14}O_4$) โดยจะทำการตรวจสอบในครั้งแรกและครั้งสุดท้ายของอายุการเก็บรักษาของซอสแต่ละชนิด

3.3.2.3 การเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลชีววิทยา

ในระหว่างการเก็บรักษาจะมีการสุ่มตัวอย่างซอสออกมาเพื่อหาปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในซอสยากิโทริ ซึ่งจะมีการตรวจสอบทางด้านจุลชีววิทยาในข้อ 3.2.3.2

3.3.3 ศึกษาผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

โดยนำซอสสำหรับการหมัก (marinade sauce) ทั้ง 2 สูตรมาผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ตามลำดับ และหลังจากการผลิตนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส และสุ่มตัวอย่างซอสออกมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ ชีวภาพ และเคมี เช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 3.3.2

3.3.4 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

โดยการทดสอบการยอมของผู้บริโภคที่มีต่อซอสที่ได้ปรับกระบวนการผลิตเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยใช้การทดสอบแบบ Triangle test โดยการเสริฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่ผลิตมาจากซอสทั้งแบบที่ผลิตแบบไม่ผ่านการให้ความร้อนและแบบปรับกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนผสมของซอสยากิโทริ

จากการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม ยีสต์และรา ในวัตถุดิบทั้ง 18 ชนิด ที่ใช้เป็นองค์ประกอบของซอสยากิโทริ จำนวน 6 สูตร สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนผสมของซอสยากิโทริ

วัตถุดิบ	เชื้อจุลินทรีย์		
	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)	โคลิฟอร์ม (MPN)
น้ำกรอง	2.8×10^5	2.0×10^2	< 3
ขิงบด	2.7×10^5	N	< 3
หอมผง	2.0×10^2	N	< 3
พริกไทยขาวป่น	40	< 30	< 3
คาราเมลผง	< 30	< 30	< 3
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	< 30	< 30	< 3
เกลือ	< 30	N	< 3
น้ำตาล	N	< 30	< 3
ผงชูรส	40	20	< 3
แป้งดัดแปร	< 30	< 30	< 3
น้ำส้มสายชูหมัก	N	N	< 3
ซีอิ๊วขาว	< 30	N	< 3
ซอสถั่วเหลืองสูตร 3	1.30×10^2	< 30	< 3
ซอสถั่วเหลืองสูตร 4	2.40×10^2	N	< 3
มิริน	90	N	< 3
สาเก	< 30	N	< 3
น้ำเชื่อมฟรุคโตส	< 30	N	< 3
น้ำเชื่อมกลูโคส	< 30	< 30	< 3

หมายเหตุ : N หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ค่า MPN <3 หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองพบว่าในขิงบดและน้ำกรองมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 2.7×10^5 และ 2.8×10^5 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขิงบดที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการนำเอาขิงสดมาทำการล้างและปอกเปลือกออก จากนั้นจึงนำมาบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าว อาจเกิดการปนเปื้อนมาจากเปลือกของขิงที่อาจล้างทำความสะอาดไม่หมด และอาจปนเปื้อนมาจากมือของพนักงานที่ทำหน้าที่ในปอก หั่นหรือบด ตลอดจนอาจมีการปนเปื้อนมาจากเครื่องมือที่ใช้อันได้แก่ มีด เครื่องบด ซึ่งอาจมีการทำความสะอาดที่ไม่ทั่วถึงเพียงพอจึงทำให้มีการปนเปื้อนและทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบมีปริมาณสูง

จากตารางที่ 4.1 พบว่าน้ำกรองมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 2.8×10^5 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานน้ำดื่ม มอก.257-2521 ที่กำหนดให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 5.0×10^2 โคโลนีต่อกรัม ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงของการทำการผลิตซอสสำหรับทำการทดลอง น้ำกรองที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นน้ำที่ผ่านถังกรองที่ไม่ได้ทำความสะอาดเป็นเวลาประมาณ 1 เดือน ซึ่งไม่เป็นไปตามรอบเวลาที่ได้กำหนดไว้ที่จะต้องดำเนินการทำความสะอาดทุกสัปดาห์ ทั้งนี้เนื่องจากในสายการผลิตไม่มีการผลิตสินค้า จึงทำให้น้ำที่ค้างอยู่ในถังเป็นเวลานานมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้นจนเกินกว่ามาตรฐานกำหนด

ซอสถั่วเหลืองสูตร 3 และสูตร 4 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 1.30×10^2 และ 2.40×10^2 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งตามมาตรฐาน มอก.8-2539 เรื่องน้ำซอสปรุงรส กำหนดให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจสอบในซอสทั้ง 2 สูตร ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน อย่างไรก็ตามเชื้อจุลินทรีย์จำนวนดังกล่าวอาจเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลือภายหลังกระบวนการผลิตซึ่งขั้นตอนการหมักน้ำซอสปรุงรส มีจุลินทรีย์หลายชนิดเจริญเติบโตและเมื่อผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชั่น อาจทำให้จุลินทรีย์บางชนิดโดยเฉพาะสปอร์หลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ แต่ไม่ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ได้

มิรินและสาเก พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 90 และน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งตามมาตรฐาน มอก.ไม่ได้กำหนดคุณลักษณะทางด้านจุลินทรีย์เอาไว้ โดยทั่วไปแอลกอฮอล์โดยเฉพาะเอทานอล (C_2H_5OH) ถ้าเข้มข้นประมาณ 70 - 95 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจาก เอทานอลจะไปทำให้โปรตีนเกิดการตกตะกอน และสูญเสียหน้าที่รวมทั้งคุณสมบัติในเซลล์ (กุลยา, 2533) แต่สำหรับแอลกอฮอล์ที่อยู่ในมิรินและสาเก ไม่มากพอที่จะป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ ซึ่งมิรินจะมีเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์อยู่เพียง 12.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสาเกมีแอลกอฮอล์อยู่ 17 - 20 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้ยังสามารถตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบดังกล่าวได้ และอีกประการหนึ่ง มิรินและสาเกที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นขวดที่เปิดใช้งานแล้ว และทำการเก็บรักษาไว้ จึงมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจากการเปิดใช้งานได้ ซึ่งหากนำมิรินหรือสาเก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในปริมาณสูงมาทำการผลิตเป็นซอสชนิดต่างๆ อาจมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์มีปริมาณสูง

น้ำเชื่อมฟรุคโตสและน้ำเชื่อมกลูโคส ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งตามมาตรฐาน มอก.1170-2536 (ฟรักโทสซิรัป, 2521) และ มอก.268-2521 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์กลูโคสซิรัป) ไม่ได้กำหนดคุณลักษณะทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไว้ การที่พบเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเชื่อมทั้ง 2 ชนิดนี้ในปริมาณต่ำ เนื่องมาจากในน้ำเชื่อมทั้ง 2 ชนิดมีความดันออสโมติกสูง ซึ่งความดันออสโมติกเป็นเป็นความดันในสภาพที่ไม่สมดุล ทั้งนี้เนื่องจากการแพร่ (diffusion) หรือออสโมซิส (osmosis) ซึ่งความดันออสโมติกนั้นจะมีความสัมพันธ์กับ water activity ด้วย (วราวุฒิ, 2538) จากสภาพดังกล่าวทำให้มีเชื้อจุลินทรีย์เพียงบางชนิดเท่านั้นที่สามารถเจริญได้คือจุลินทรีย์พวกที่สามารถเจริญในที่มีแรงดันออสโมซิสสูงได้ ซึ่งที่พบบ่อยคือยีสต์ในสกุล *Saccharomyces* และราบางชนิด (ลัดดาวัลย์, 2536)

สำหรับวัตถุดิบในส่วนที่มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดและมีความชื้นน้อย อันได้แก่ พริกไทย ขาวป่น คาราเมลผง โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต เกลือ น้ำตาล ผงชูรส แป้งดัดแปร จะพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระดับต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความชื้นหรือค่า water activity มีค่าต่ำทำให้สภาวะไม่เหมาะในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ อีกทั้งยังการขาดสารอาหารที่จำเป็น เช่น ในน้ำตาลตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่นำมาทำการทดสอบ ทั้งนี้ แม้ว่าน้ำตาลจะเป็นแหล่งพลังงานให้กับเชื้อจุลินทรีย์ แต่ยังขาดปัจจัยอื่น ๆ ที่เหมาะสมเช่นความชื้น แหล่งไนโตรเจน และสารอาหารอื่น ๆ

4.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และจุลชีววิทยาในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

4.2.1 ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ของซอสยากิโทริภายหลังกระบวนการผลิต

หลังจากทำการผลิตซอสยากิโทริชนิดต่าง ๆ เสร็จสิ้นได้มีการตรวจสอบคุณภาพเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ยากิโทริทางด้านจุลชีววิทยา เคมี และกายภาพซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในซอสที่ผ่านกระบวนการผลิตแต่ละสูตร

ชนิดของซอส	เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำการตรวจสอบ			
	เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)	โคลิฟอร์ม (MPN)	*Cl. perfringens* (MPN)
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	1.35×10^2	N	< 3	< 3
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	1.30×10^2	N	< 3	< 3
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 1	N	N	< 3	< 3
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 2	N	N	< 3	< 3
ซอสสำเร็จรูปสูตร 1	< 30	N	< 3	< 3
ซอสสำเร็จรูปสูตร 2	< 30	N	< 3	< 3

หมายเหตุ : N หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ค่า MPN <3 หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

จากตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในซอสยากิโทริชนิดต่าง ๆ พบว่า ซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในปริมาณสูงกว่าซอสชนิดอื่นๆ กล่าวคือ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.35×10^2 และ 1.30×10^2 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตซอสสำหรับหมักนี้เป็นการนำวัตถุดิบมาผสมและคนจนเป็นเนื้อเดียวกัน อีกทั้งไม่มีการให้ความร้อนเพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบเช่นเดียวกับซอสสำหรับซุบย่างและซอสสำเร็จรูปจึงทำให้มีเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณมากกว่า

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบก่อนทำการผลิตกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในซอสหลังทำการผลิต พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในซอสสำหรับการหมักทั้ง 2 สูตรมีปริมาณน้อยกว่าในวัตถุดิบตั้งต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบในส่วนที่เป็นน้ำที่ใช้เป็นองค์ประกอบในซอสทุก ๆ ชนิดซึ่งมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.8×10^5 โคโลนีต่อกรัม ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อนำส่วนผสมต่าง ๆ มาผสมกันซึ่งอาจมีผลทำให้สภาวะแวดล้อม (microenvironments) เปลี่ยนแปลงไปทำให้ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงขึ้นในอาหารนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ของเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ที่เหลือรอดและสามารถเจริญได้จะเจริญโดดเด่นขึ้นมา (dominant species) ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่ขาดคุณสมบัติในการต่อต้านสภาพแวดล้อมก็จะตายไป (วราวุฒิ, 2538) ในขณะเดียวกันซอสสำหรับซุบย่างและซอสสำเร็จรูปพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณต่ำกล่าวคือพบ น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตซอสทั้ง 2 ชนิดนี้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการให้ความร้อนในการผลิต (ภาคผนวก ค.) ซึ่งมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์เกือบทั้งหมดถูกทำลายในขั้นตอนการผลิตดังกล่าว

ตารางที่ 4.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของซอสยากิโทริแต่ละสูตร

ชนิดของซอส	คุณสมบัติทางด้านกายภาพ				
	a_w	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)	พีเอช	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Brix)	กรดทั้งหมด (%)
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0.900	49.3	6.66	37	0.023
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0.900	9.95	6.49	41	0.035
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 1	0.838	16.65	4.82	54	0.090
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 2	0.781	84.5	5.05	64	0.082
ซอสสำเร็จรูปสูตร 1	0.862	58,667	5.30	55	0.070
ซอสสำเร็จรูปสูตร 2	0.880	922,363	5.32	56	0.055

จากตารางที่ 4.3 แสดงการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของซอสชนิดต่าง ๆ พบว่าค่า Water activity (a_w) ของซอสสำหรับหมักมีค่าอยู่ในระดับ 0.900 ทั้ง 2 สูตร ซึ่งค่า a_w ดังกล่าวทำให้สามารถคาดคะเนได้ว่าซอสสำหรับการหมักจะมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่าซอสสำหรับซุบย่างและซอสสำเร็จรูป เนื่องจากค่า a_w ในช่วงดังกล่าวมีเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดทั้งชนิดที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย และชนิดที่ก่อให้เกิดโรคสามารถเจริญได้ ในขณะที่ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 1 และสูตร 2 มีค่า a_w เท่ากับ 0.838 และ 0.781 ตามลำดับ ซอสสำเร็จรูปสูตร 1 และสูตร 2 มีค่า a_w เท่ากับ 0.862 และ 0.880 ตามลำดับ การที่ค่า a_w ของซอสสำหรับซุบย่างต่ำกว่าในซอสสำหรับการหมักเนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการให้ความร้อนกับส่วนผสมต่าง ๆ ซึ่งมีผลให้ความชื้นหรือน้ำบางส่วนระเหยออกไปจึงมีผลทำให้ค่า a_w ของซอสสำหรับซุบย่างลดลง และสำหรับซอสสำเร็จรูปทั้ง 2 สูตรมีการให้ความร้อนกับส่วนผสมในซอสทั้ง 2 สูตรซึ่งมีแป้งดัดแปรเป็นองค์ประกอบทำให้เกิดเจลาติไนเซชั่นของสตาร์ช ทำให้เกิดการดูดซึมน้ำเข้าไปในโมเลกุลของสตาร์ช จึงมีผลทำให้ค่า a_w ลดลง อีกทั้งในสูตรของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตซอสมีสัดส่วนน้ำที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 66.6 และ 32.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 1 และสูตร 2 มีน้ำเป็นองค์ประกอบ 36.2 และ 21.95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และซอสสำเร็จรูปมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 32.5 และ 38.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาคผนวก ค.) ดังนั้นจึงมีผลทำให้ค่า a_w ของซอสแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของซอสแต่ละชนิดที่จะถูกนำไปใช้งานที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความหนืดของซอสทั้ง 6 สูตรพบว่าซอสสำหรับหมักสูตร 2 มีค่าความหนืดน้อยที่สุด เท่ากับ 9.95 เซนติพอยส์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับซอสสำหรับหมักสูตร 1 พบว่าในส่วนผสมของซอสทั้ง 2 สูตรมีการใช้แป้งดัดแปร (modified starch) ต่างชนิดกัน ซึ่งแป้งดัดแปร MT-01ที่ใช้ในสูตร 1 มีค่าความหนืดเท่ากับ 400 brabender unit ซึ่งแสดงคุณสมบัติในด้านความข้นหนืดสูงกว่าแป้งดัดแปร SMS-757 ที่ใช้ในซอสสำหรับหมักสูตร 2 ที่มีค่าความหนืดเท่ากับ 100-300 brabender unit อีกทั้งในซอสสูตรดังกล่าวไม่มีกระบวนการให้ความร้อนในระหว่างทำการผลิตซึ่งทำให้ความข้นหนืดมีน้อยทั้งนี้เนื่องจากแป้งดัดแปรจะไม่ละลายในน้ำเย็น และสามารถดูดซับน้ำเย็นได้เพียงเล็กน้อยและจะดูดซับได้ดีเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จึงทำให้ลักษณะปรากฏภายนอกมีลักษณะการตกตะกอนของแป้ง (นิธิยา, 2545)

ซอสสูตรที่มีความข้นหนืดสูงสุดได้แก่ซอสสำสำเร็จรูปสูตร 2 คือมีค่าความหนืดเท่ากับ 922,363 เซนติพอยส์ และรองลงมาได้ซอสสำเร็จรูปสูตร 1 ซึ่งมีค่าความหนืดเท่ากับ 58,667 เซนติพอยส์ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ซอสสำเร็จรูปทั้ง 2 สูตรมีค่าความหนืดสูงกว่าซอสชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจาก ซอสสำเร็จรูปมีการใช้แป้งดัดแปรเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อให้ซอสมีลักษณะข้นหนืด ซึ่งแป้งดัดแปรที่ใช้ดังกล่าวเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ เม็ดสตาร์ชจะดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นและเม็ดสตาร์ชจะพองตัวมากขึ้นเรื่อย ๆ จนมีขนาดใหญ่ และสุดท้ายจะได้สารละลายที่มีความข้นหนืดซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่าการเกิด "เจลาติไนเซชั่น" (นิธิยา, 2545) อีกทั้งซอสสำเร็จรูปมีการให้ความร้อนในเวลาที่นานกว่าซอสสูตรอื่น ๆ กล่าวคือใช้เวลาในการเคี่ยวประมาณ 7 - 10 นาที

ซอสสำหรับชุบย่างสูตร 1 และสูตร 2 มีค่าความหนืดเท่ากับ 16.65 และ 84.5 เซนติพอยส์ตามลำดับ ซึ่งส่วนผสมในการผลิตซอสทั้ง 2 สูตรนี้ ไม่มีการเติมแป้งดัดแปรลงไปในผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับซอสสำหรับหมักที่มีการเติมแป้งดัดแปรแล้ว พบว่าซอสชุบย่างสูตร 2 มีค่าความหนืดมากว่าซอสสำหรับหมักทั้ง 2 สูตร ทั้งนี้เนื่องจาก ประการแรกสูตรที่ใช้ในการผลิตซอสชุบย่างสูตร 2 มีสัดส่วนของน้ำในส่วนประกอบที่น้อยกว่าซอสสำหรับหมัก และอีกประการหนึ่งคือในกระบวนการผลิตมีการให้ความร้อน ปริมาณน้ำจึงถูกลดลงไปในขั้นตอนดังกล่าว จึงทำให้สัดส่วนของของแข็งมีปริมาณเพิ่มขึ้น

ซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 มีค่าพีเอชเท่ากับ 6.66 และ 6.49 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นกลางจึงแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่จะเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายเนื่องจากเป็นช่วงสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อแบคทีเรียซึ่งส่วนใหญ่สามารถเจริญได้ในช่วง พีเอช 6.5 -7.5 (Banwart, 1981) ซึ่งค่าพีเอชดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด ดังนั้นเมื่อค่าพีเอชของซอสลดลงเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น และจากผลการทดลองพบว่าซอสชุบย่างนั้นมีค่าพีเอชที่ต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

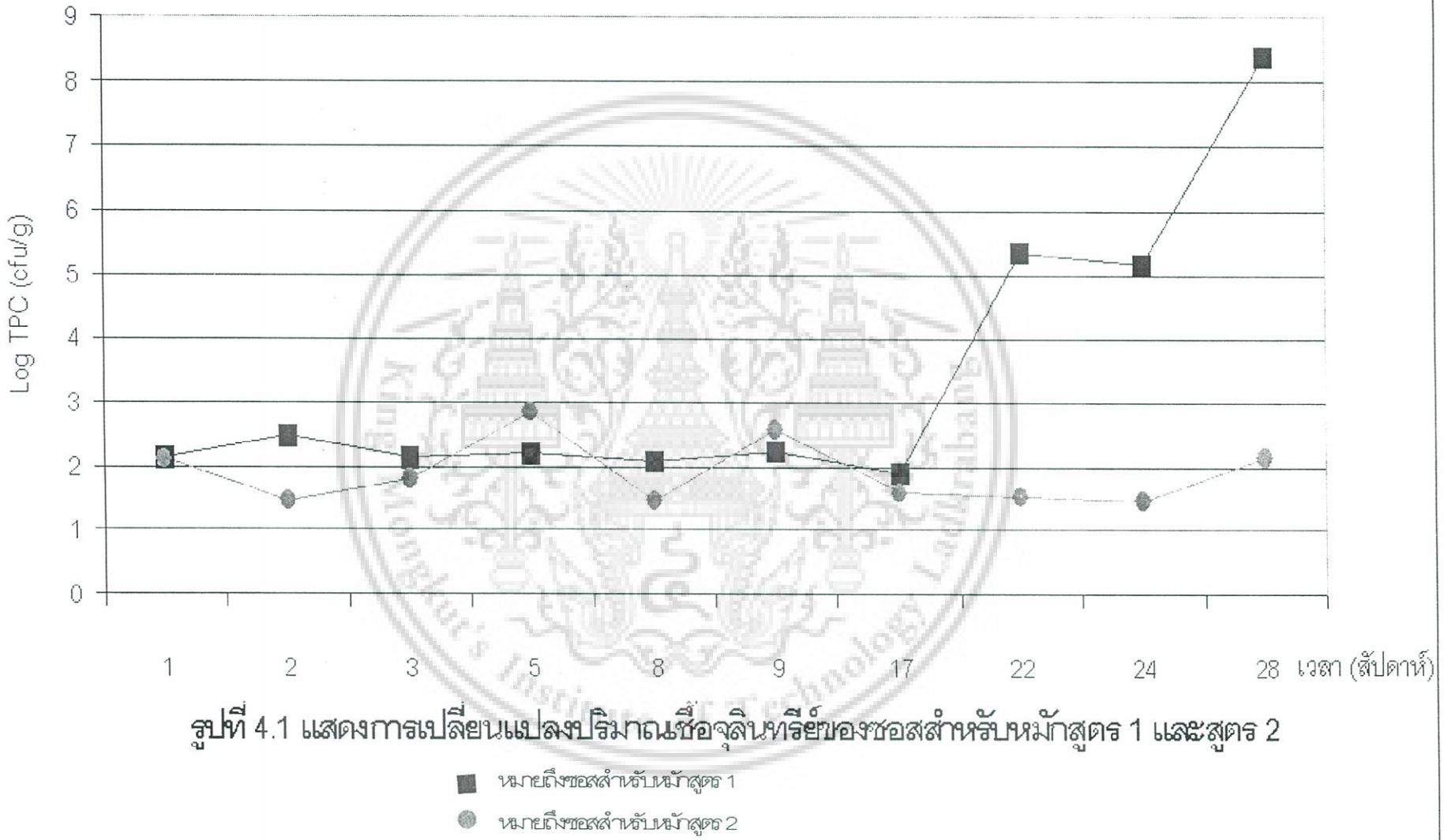
ซอสสำเร็จรูป กล่าวคือซอสซุบย่างสูตร 1 และ 2 มีพีเอชเท่ากับ 4.82 และ 5.05 ตามลำดับ ในขณะเดียวกันซอสสำเร็จรูปมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.30 และ 5.32 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในสูตรการผลิตของซอสซุบย่างมีการใส่น้ำส้มสายชูเป็นส่วนผสม ในขณะที่ซอสสำเร็จรูปไม่มีการใส่จึงทำให้ค่าพีเอชออกมาแตกต่างกัน

ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total soluble solid) ของซอสชนิดต่าง ๆ พบว่าซอสสำเร็จรูปและซอสซุบย่างมีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในระดับที่สูงกว่าซอสสำหรับการหมัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งซอสสำหรับซุบย่างสูตร 2 ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงที่สุดคือเท่ากับ 64 ^{0}Brix ทั้งนี้เนื่องจากซอสสูตรดังกล่าวมีอัตราส่วนของน้ำตาลในปริมาณสูง กล่าวคือในส่วนประกอบมีประกอบด้วยน้ำเชื่อมฟรุคโตส 39 เปอร์เซ็นต์ และ น้ำเชื่อมกลูโคส 12 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ซอสอื่น ๆ มีในปริมาณที่ต่ำกว่า ทั้งนี้ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับส่วนผสมในผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในสูตร และอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งมีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดคือการให้ความร้อนในระหว่างกระบวนการผลิต เนื่องจากการให้ความร้อนเป็นการลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลง ทำให้สัดส่วนของ ๆ แข็งเพิ่มมากขึ้น

4.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของซอสชนิดต่าง ๆ ระหว่างทำการเก็บรักษา

4.2.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลชีววิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2

จากรูปที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นมีผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ในซอสสำหรับหมักสูตร 1 มีปริมาณสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 22 สัปดาห์ ทั้งนี้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ กล่าวคือมีค่า a_w เท่ากับ 0.900 ซึ่งเหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะแบคทีเรียส่วนใหญ่จะสามารถเจริญได้ในช่วงของค่า a_w ดังกล่าว นอกจากนี้ค่าพีเอชเท่ากับ 6.66 เป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่โดยเฉพาะแบคทีเรียส่วนใหญ่จะมีช่วงพีเอชที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.5 - 7.5 (Banwart,1981) อีกทั้งเมื่อพิจารณาส่วนประกอบที่นำผลิตซอสแล้วพบว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในวัตถุดิบค่อนข้างสูง ได้แก่ หอมผง น้ำกรอง ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.0×10^2 และ 2.8×10^5 โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีขั้นตอนใดในกระบวนการผลิตที่จะลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการผลิตเป็นการนำส่วนผสมแต่ละชนิดมาทำการคนผสมเท่านั้น

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่าซอสสำหรับหมักสูตร 2 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยทางด้านปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยในวันแรกที่ทำการเก็บรักษาจะปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ที่ระดับ 1.30×10^2 โคโลนีต่อกรัม และเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 สัปดาห์ พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ที่ระดับ 1.35×10^2 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบที่นำมาผลิตซอสสำหรับหมักสูตร 2 พบว่า มีองค์ประกอบในส่วนที่เป็นน้ำตาลอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงกล่าวคือประกอบไปด้วยน้ำเชื่อม กลูโคส 15 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลทราย 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากน้ำตาลทั้งสองส่วนทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 41^0Brix ซึ่งสูงกว่าซอสสำหรับหมักสูตร 1 ซึ่งน้ำตาลทรายเป็นองค์ประกอบเพียงชนิดเดียว ในปริมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวก ค.) มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 37^0Brix ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดนี้ จะมีผลต่อแรงดันออสโมติกซึ่งมีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ กล่าวคือยิ่งมีความเข้มข้นมากยิ่งขึ้นการเจริญของจุลินทรีย์ก็จะเจริญได้น้อยลง อันเนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม

ทางด้านซอสสำหรับชุบย่างและซอสสำหรับตกแต่งนั้น ค่อนข้างจะมีความคงตัวทางด้านจุลชีววิทยา กล่าวคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาตลอดระยะเวลา 28 สัปดาห์ เนื่องจากซอสทั้งสองชนิดมีกระบวนการให้ความร้อนในขณะการผลิต ซึ่งความร้อนดังกล่าวสามารถช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ติดมากับวัตถุดิบชนิดต่างๆ ลงได้ ประกอบกับการเก็บรักษาโดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส จึงทำให้สามารถเก็บรักษาซอสไว้ได้นานโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีระหว่างการเก็บรักษา

ในช่วงแรกและช่วงท้ายของการเก็บรักษาซอสยากิโทริแต่ละชนิดจะมีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้าน a_w และค่าความหนืดซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า a_w ของซอสยากิโทริแต่ละสูตร ในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 23 ของการเก็บรักษา

ชนิดของซอส	การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ก่อนและหลังการเก็บรักษา (สัปดาห์)	
	1	23
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0.900	0.912*
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0.900	0.949*
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 1	0.838	0.887*
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 2	0.781	0.793*
ซอสสำเร็จรูปสูตร 1	0.862	0.923*
ซอสสำเร็จรูปสูตร 2	0.880	0.939*

หมายเหตุ : * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบระหว่างซอสชนิดเดียวกันที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ 23 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบค่า a_w ของซอสชนิดต่าง ๆ ที่เก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับภายหลังทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 23 สัปดาห์ พบว่าค่า a_w มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจาก องค์ประกอบของซอสแต่ละชนิดมีส่วนผสมที่เป็นแป้งดัดแปรเป็นองค์ประกอบ ซึ่งในระหว่างทำการเก็บรักษาจะเกิดการคายน้ำ (syneresis) ซึ่งการไหลซึมออกมาของ ๆ เหลวที่เป็นส่วนประกอบของเจล ทั้งนี้เนื่องจากมีการสะสมของเหลวอยู่ในโมเลกุล เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานานขึ้นโมเลกุลจะเกิดการหดตัว ทำให้ของเหลวไหลออกมาภายนอก จึงเป็นผลทำให้ค่า a_w เพิ่มขึ้น (นิธิยา, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความหนืด (viscosity) ของซอสยากิโทริแต่ละสูตร ในสัปดาห์ที่ 1 และ สัปดาห์ที่ 23 ของการเก็บรักษา

ชนิดของซอส	การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดก่อนและหลังการเก็บรักษา(สัปดาห์)	
	1	23
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	49.3	12.90*
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	9.95	8.42*
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 1	16.65	14.5*
ซอสสำหรับซุบย่างสูตร 2	84.5	69.3*
ซอสสำเร็จรูปสูตร 1	58,667	37,232*
ซอสสำเร็จรูปสูตร 2	922,363	637,864*

หมายเหตุ : * หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบระหว่างซอสชนิดเดียวกันที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ 23 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบค่าความหนืดของซอสแต่ละชนิดโดยเปรียบเทียบค่าความหนืดหลังทำการผลิตและเมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 23 สัปดาห์ พบว่าค่าความหนืดของซอสแต่ละชนิดมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของแป้งดัดแปรสูญเสียสมบัติในการอุ้มน้ำ เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานภายใต้อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับตารางที่ 4.4 ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา ที่ทำให้น้ำที่ อยู่ภายในโมเลกุลไหลออกมาเนื่องจากการหดตัวของโมเลกุล จึงมีผลทำให้ความหนืดมีค่าลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงพีเอชในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริชนิดต่าง ๆ

ชนิดของซอส	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)								
	0	1	2	4	10	12	14	23	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	6.66	6.60	6.47	6.41	6.25	6.19	6.11	6.05	6.05
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	6.35	6.33	6.23	6.26	6.28	6.23	6.16	6.13	6.21
ซอสสำหรับชุบย่างสูตร 1	4.82	4.85	4.66	4.72	4.67	4.63	4.65	4.61	4.58
ซอสสำหรับชุบย่างสูตร 2	5.05	5.10	4.90	4.97	4.93	4.94	4.91	4.90	4.91
ซอสสำเร็จรูปสูตร 1	5.30	5.37	5.2	4.76	4.73	4.74	5.06	5.00	4.92
ซอสสำเร็จรูปสูตร 2	5.32	5.36	5.18	5.19	5.14	5.17	5.11	5.01	4.78

ตารางที่ 4.7 แสดง%Acidity ของซอสยากิโทริหลังทำการผลิตและหลังทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 28 สัปดาห์

ชนิดของซอส	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดทั้งหมดก่อนและหลังทำการเก็บรักษา(สัปดาห์)	
	1	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0.023	0.460*
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0.035	0.370*
ซอสสำหรับชุบย่างสูตร 1	0.900	1.340*
ซอสสำหรับชุบย่างสูตร 2	0.082	1.160*
ซอสสำเร็จรูปสูตร 1	0.070	0.660*
ซอสสำเร็จรูปสูตร 2	0.055	0.490*

หมายเหตุ : *หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์โดยเปรียบเทียบระหว่างซอสชนิดเดียวกันที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ 28 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าพีเอชของซอสชนิดต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าซอสทุกชนิดมีค่าพีเอชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากซอสสำหรับชุบย่างและซอสสำเร็จรูปไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แต่ค่า พีเอชก็ยังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้น ซอสสำหรับหมักสูตร 1 ซึ่งมีโอกาสที่จะมีปริมาณค่าความเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งนี้พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น

จากค่าพีเอชลดลงดังกล่าวข้างต้น จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณกรดทั้งหมด (%Total acidity) ซึ่งแสดงดังตาราง 4.7 โดยจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้สาเหตุที่ความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษาเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลขึ้น โดยเป็นแบบเมลลาร์ด หรือ nonenzymatic browning ซึ่งสามารถติดตามการเกิดปฏิกิริยาได้โดยการเปลี่ยนแปลงพีเอช กล่าวคือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น จะเกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์ เมื่อ หมู่อะมิโนที่มีสมบัติเป็นด่างถูกทำปฏิกิริยาทำให้มีปริมาณลดน้อยลง จึงทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มสูงขึ้น (นิธิยา, 2545)

4.3 ศึกษาผลของความร้อนต่ออายุการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

เนื่องจากซอสสำหรับหมักทั้งสองชนิดที่นำมาทำการศึกษา ไม่มีขั้นตอนในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น จึงมีแนวโน้มที่ซอสชนิดนี้จะเสื่อมเสียได้ง่ายกว่าซอสชนิดอื่น ๆ ดังนั้นเพื่อศึกษาวิธีการที่จะยืดอายุการเก็บรักษาของซอส จึงเพิ่มกระบวนการให้ความร้อนในขณะที่ทำการผลิตที่อุณหภูมิ 85 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 -5 องศาเซลเซียส และทดสอบคุณภาพทางด้านต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

4.3.1 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของซอสที่มีการปรับกระบวนการผลิต

โดยทำการตรวจสอบหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ซึ่งผลการทดสอบเป็นดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ภายหลังจากการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต

ซอส	อุณหภูมิในการให้ความร้อน (^{0}C)	เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	ชนิดจุลินทรีย์					
			TPC (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)	โคลิ-ฟอร์ม (MPN)	*Cl. perfringens* (MPN)	*Salmonella sp.* ต่อ 25 กรัม	*S. aureus* ต่อ 0.1 g
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	$1.35x10^2$	N	< 3	N	N	N
	85	5	N	N	< 3	N	N	N
		10	N	N	< 3	N	N	N
		15	< 30	N	< 3	N	N	N
	100	5	< 30	< 30	< 3	N	N	N
		10	N	N	< 3	N	N	N
		15	< 30	N	< 3	N	N	N
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	$1.30x10^2$	N	< 3	N	N	N
	85	5	$1.15x10^2$	N	< 3	N	N	N
		10	< 30	N	< 3	N	N	N
		15	< 30	N	< 3	N	N	N
	100	5	N	N	< 3	N	N	N
		10	N	N	< 3	N	N	N
		15	N	N	< 3	N	N	N

หมายเหตุ : N หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ค่า MPN <3 หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่างที่นำมาทดสอบ

จากตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบคุณภาพทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 เปรียบเทียบระหว่างซอสหมักที่ผ่านการให้ความร้อนและซอสที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน หรือตามกระบวนการผลิตแบบเดิม (control) พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนมีผลทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง เช่นในซอสสำหรับหมักสูตร 1 ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนจะตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวน $1.35x10^2$ โคโลนีต่อกรัม ในขณะที่ไม่สามารถตรวจพบในซอสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แสดงว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวในกระบวนการผลิตสามารถลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นลงได้มีผลทำให้มีแนวโน้มของอายุการเก็บรักษานานขึ้นเนื่องจากเป็นการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ส่วนปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ โคลิฟอร์ม *Cl. perfringens* *Salmonella* sp. และ *S. aureus* ตรวจไม่พบในซอสทั้ง 2 สูตรทั้งแบบที่ผ่านและไม่ผ่านการให้ความร้อน

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในซอสสูตร 1 ที่ผ่านการให้ความร้อนเป็นเวลา 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาทีและ 100 องศาเซลเซียส 5 นาทีมีปริมาณสูงกว่าซอสสูตรเดียวกันที่ผ่านการให้ความร้อนเป็นเวลา 5 นาทีทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปนเปื้อนภายหลังกระบวนการผลิตที่อาจมาจากมือพนักงานที่ทำการบรรจุ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ตลอดจนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของซอสที่มีการปรับกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.9 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ภายหลังจากการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต

สูตรซอส	อุณภูมิในการให้ความร้อน (^{0}C)	เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	การตรวจสอบทางกายภาพ				
			a_w	ค่าความหนืด (cP)	พีเอช	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (^{0}Brix)	ปริมาณกรดทั้งหมด (%)
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	0.900a	49.3a	6.66a	37a	0.023a
	85	5	0.877ab	1,673a	6.6a	42ab	0.022a
		10	0.846abc	3,184a	6.48a	46ab	0.029ab
		15	0.860abc	3,382a	6.45ab	45ab	0.023a
	100	5	0.831abc	3,856a	6.44ab	47ab	0.023a
		10	0.805bc	26,319ab	6.19ab	55b	0.041b
		15	0.833c	93,720b	6.22b	51b	0.039b
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	0.900a	9.95a	6.49a	41a	0.035a
	85	5	0.898a	98.5a	6.35b	45a	0.041a
		10	0.880ab	587a	6.13bd	50ac	0.045a
		15	0.863ac	2,942ab	5.97d	55ad	0.089c
	100	5	0.862ce	730a	6.01d	54ae	0.063b
		10	0.825e	8,828b	5.82c	60bcde	0.064b
		15	0.771d	29,004c	5.63c	64bde	0.010d

หมายเหตุ : อักษร a b c d แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของซอสสำหรับหมักสูตรในแต่ละสูตรเมื่อผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

จากตารางที่ 4.9 แสดงผลการตรวจสอบทางด้านกายภาพของซอสหมักสูตร 1 และสูตร 2 ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กันพบว่าเมื่อมีการให้ความร้อนที่นานขึ้นและอุณหภูมิสูงขึ้นมีผลทำให้ค่า a_w ของซอสมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$) ทั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากน้ำมีเป็นองค์ประกอบอยู่ในซอสถูกระเหยกลายเป็นไอทำให้ปริมาณน้ำที่ลดลง และการเพิ่มระยะเวลาในการให้ความร้อนนานขึ้น เกิดการระเหยของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์มากขึ้นทำให้องค์ประกอบของน้ำในซอสยิ่งลดน้อยลง ซึ่งน้ำในส่วนนี้เป็นน้ำอิสระที่มีอยู่ในอาหารสามารถกำจัดออกได้โดยง่าย น้ำเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย และถูกใช้ในการเจริญของจุลินทรีย์ และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี (นิธิยา, 2545)

นอกจากความร้อนจะมีผลทำให้ค่า a_w ลดลงแล้วยังมีผลทำให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดและค่าความหนืดเพิ่มขึ้น โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณสัดส่วนของส่วนที่เป็นของเหลวอันได้แก่น้ำลงลง ทำให้สัดส่วนขององค์ประกอบที่เป็นของแข็งเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ปริมาณของแข็งเพิ่มมากขึ้น และทำให้ค่าความหนืดของซอสทั้งสองสูตรมีค่าสูงขึ้น เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้น และระยะเวลาในการให้ความร้อนมากขึ้น พบว่าค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากองค์ประกอบในส่วนที่เป็นสตาร์ดัดแปรเมื่อได้รับความร้อนเม็ดสตาร์ชจะดูดซับน้ำเข้าไปและพองตัวออกจะทำให้ได้สารละลายที่ลักษณะข้น (paste) ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ละลายได้ของอะไมโลสและ/หรือบางส่วนของอะไมโลเพกติน และเมื่อปล่อยให้สารละลายเย็นลงจะมีลักษณะข้นหนืด (viscoelastic) และยิ่งถ้ามีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้น สตาร์ชก็จะดูดซับน้ำมากยิ่งขึ้น และทำให้ความข้นหนืดมากขึ้นด้วย (นิธิยา, 2545)

ซอสสำหรับหมักที่ผ่านการให้ความร้อนจะมีความแตกต่างจากซอสสำหรับหมักที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน โดยซอสหมักที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนหลังทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 - 5 องศาเซลเซียส จะเกิดตะกอนสีขาวบริเวณก้นภาชนะ โดยจะเกิดขึ้นในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และ 2 ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน ในขณะที่ซอสที่ผ่านการให้ความร้อนจะไม่มีลักษณะของตะกอนและมีความข้นหนืดมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากสตาร์ชส่วนใหญ่มีคุณสมบัติที่ไม่ละลายในน้ำเย็นและจะดูดซับน้ำเย็นได้เพียงเล็กน้อย แต่ความสามารถในการดูดซับจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้ซอสที่มีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบแต่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อนเกิดตะกอนก้นภาชนะ

หลังจากทำการศึกษาคุณภาพทางด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับซอสหมักทั้ง 2 สูตร ที่ผ่านการปรับกระบวนการผลิตแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของซอสทั้ง 2 สูตร เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส ซึ่งได้ผลการทดลองดังหัวข้อต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 **การเปลี่ยนแปลงทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด** (Total plate count) **ของซอสที่ผ่านความร้อนระหว่างการเก็บรักษา**

เมื่อทำการเก็บรักษาซอสสำหรับหมักสูตร 1 ที่อุณหภูมิ 0 - 5 องศาเซลเซียส และทำการสุ่มตัวอย่างซอสมาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ผลดังตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 1 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 — 5 องศาเซลเซียส

สูตรซอส	อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (สัปดาห์)										
			0	1	2	3	5	8	9	17	22	24	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	2.13	2.38	2.4	2.14	2.19	2.07	2.23	1.90	5.36	5.18	8.37
	85	5	-	1.47	-	1.47	1.47	-	-	1.47	-	-	1.65
		10	-	1.47	-	1.47	-	1.47	-	-	1.47	1.47	2.67
		15	1.47	-	-	1.47	1.47	1.47	-	-	1.47	-	1.54
	100	5	1.47	1.47	-	1.47	1.51	2.07	1.47	-	1.47	-	2.49
		10	-	1.47	1.4	1.47	-	1.47	-	-	1.69	1.47	1.65
		15	1.47	1.47	1.4	1.47	-	-	-	1.47	1.47	-	1.47

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่า log ของเชื้อจุลินทรีย์

- หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

ตารางที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าซอสที่ผ่านการให้ความร้อนไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับซอสหมักสูตร 1 ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนที่จะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น กล่าวคือเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 28 สัปดาห์ ซอสสำหรับหมักสูตร 1 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จำนวน 2.36×10^8 โคโลนีต่อกรัม

ทั้งนี้การที่ซอสสำหรับสูตร 1 ที่ผ่านการให้ความร้อน 85 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที เกือบไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณจุลินทรีย์เนื่องจากกระบวนการให้ความร้อนในกระบวนการผลิตทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัตถุดิบต่างๆ ถูกทำลายไป จึงมีผลให้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นลดลงและทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ การทำลายด้วยความร้อนนี้จะก่อให้เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (protein denaturation) หรือการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่จำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ซึ่งความร้อนที่ใช้สามารถทำลายเซลล์ปกติ (vegetative cell) ทั้งเซลล์หรือบางส่วน สปอร์หรือบางส่วนของสปอร์ (วราวุฒิ, 2538) ซึ่งจากผลการทดลองภายหลังจากการให้ความร้อนพบว่าสภาวะต่าง ๆ พบว่าซอสมีความเข้มข้นมากขึ้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total soluble solid) อีกทั้งพีเอชก็จะลดลง จึงมีผลทำให้สภาวะต่าง ๆ ไม่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส

สูตรซอส	อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (สัปดาห์)										
			0	1	2	3	5	8	9	17	22	24	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	2.11	2.14	1.90	1.81	2.86	1.47	2.57	1.60	1.54	1.47	2.13
	85	5	2.06	2.50	2.02	1.47	2.06	2.17	1.47	-	1.47	1.47	1.47
		10	1.47	1.47	-	1.47	1.47	1.47	-	1.47	1.90	2.42	2.34
		15	1.47	1.47	-	-	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	-	1.47
	100	5	-	-	1.47	-	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
		10	-	-	-	1.47	-	-	-	-	1.47	-	-
		15	-	-	1.47	-	1.47	-	-	-	1.47	-	1.77

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่า log ของเชื้อจุลินทรีย์

- หมายถึง ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

จากตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 2 ที่ผ่านการปรับกระบวนการผลิตและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 สัปดาห์ พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในซอสทุกชนิดทั้งแบบที่ผ่านการให้ความร้อนและไม่ผ่านการให้ความร้อนอย่างมีนัยสำคัญ (P=0.05) แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่มีการเจริญเติบโตในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 สัปดาห์

ดังนั้นการใช้ความร้อนร่วมในกระบวนการผลิตซอสสำหรับหมัก สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของซอสดังกล่าวได้ นอกจากนี้การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์จะทำให้แป้งเกิดการเจลาติไนซ์ มีผลในการลดปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ อีกทั้ง ในระหว่างกระบวนการอาจมีการระเหยของน้ำทำให้ค่า a_w ลดลง เช่น ซอสสูตรที่ 1 มีค่า a_w เท่ากับ 0.900 ลดลงเป็น 0.877 เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการผลิตจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยจะเป็นตัวกำหนดความคงตัวทางด้านจุลินทรีย์ของซอส โดยความร้อนบางส่วนไปทำลายเอนไซม์หรือเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่จะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total soluble solid)

ตารางที่ 4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษา

สูตรซอส	อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษา (สัปดาห์)									
			0	1	2	4	10	12	13	19	23	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	37	36	36	36	36	36	37	36	36	36
	85	5	42	42	41	41	41	41	42	41	42	41
		10	46	46	46	45	45	45	46	45	45	45
		15	45	45	47	47	47	47	48	47	46	47
	100	5	47	46	46	46	46	46	47	46	46	46
		10	55	54	54	54	54	54	54	54	54	54
		15	51	51	50	50	50	50	51	50	50	50
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	41	41	40	40	40	40	41	40	41	41
	85	5	45	45	45	45	45	45	45	46	45	45
		10	50	50	50	50	50	50	51	50	50	50
		15	55	55	55	55	55	55	56	55	55	55
	100	5	54	54	54	54	54	54	55	54	54	54
		10	60	60	60	60	59	60	61	61	61	61
		15	64	62	63	62	63	63	62	62	62	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และ 2 ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน พบว่า ในระหว่างทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส ซอสทุก ๆ ชนิดจะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดของซอสทุกชนิด ไม่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมด

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของซอสสำหรับหมักแต่ละชนิด

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส

สูตรซอส	อุณห-ภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชระหว่างการเก็บรักษา (สัปดาห์)								
			0	1	2	3	10	12	14	23	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	6.66	6.6	6.47	6.41	6.25	6.19	6.11	6.05	6.05
	85	5	6.6	6.63	6.62	6.59	6.55	6.55	6.48	6.52	6.52
		10	6.48	6.48	6.37	6.42	6.43	6.39	6.32	6.29	6.35
		15	6.45	6.45	6.34	6.37	6.39	6.34	6.28	6.25	6.28
	100	5	6.44	6.44	6.33	6.36	6.36	6.32	6.25	6.21	6.27
		10	6.19	6.17	6.08	6.08	6.01	6.01	5.97	5.87	5.96
		15	6.22	6.21	6.10	6.14	6.15	6.13	6.05	6.02	6.05
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	6.49	6.47	6.32	6.34	6.4	6.37	6.29	6.28	6.34
	85	5	6.35	6.33	6.23	6.26	6.28	6.23	6.16	6.13	6.21
		10	6.13	6.12	6.01	6.03	6.07	6.03	5.93	5.93	6.0
		15	5.97	5.97	5.83	5.91	5.89	5.85	5.79	5.78	5.81
	100	5	6.01	6.00	5.86	5.92	5.91	5.87	5.8	5.82	5.85
		10	5.82	5.81	5.66	5.63	5.7	5.6	5.6	5.57	5.61
		15	5.63	5.60	5.42	5.42	5.32	5.49	5.44	5.41	5.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างที่ทำการเก็บรักษาของซอสสำหรับหมักสูตร 1 และ 2 ที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กันพบว่า ซอสหมักทั้ง 2 สูตรมีแนวโน้มการลดลงของค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยอาจกล่าวได้ว่าค่าพีเอชที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาของซอสสำหรับหมักทั้ง 2 สูตร ซึ่งหากระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษานานขึ้น ค่าพีเอชก็จะค่อยๆ ลดลงตามไปด้วย ซึ่งสาเหตุที่พีเอชของซอสลดลงนี้ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเช่นเดียวกับในซอสหมักที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน ซอสสำหรับชุบย่าง และซอสสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษา

สูตรซอส	อุณห-ภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ระหว่างการเก็บรักษา (สัปดาห์)	
			1	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	0.900	0.923*
	85	5	0.877	0.928*
		10	0.846	0.895*
		15	0.860	0.900*
	100	5	0.831	0.891*
		10	0.805	0.835*
		15	0.833	0.863*
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	0.900	0.920*
	85	5	0.898	0.922*
		10	0.880	0.894*
		15	0.863	0.876*
	100	5	0.862	0.877*
		10	0.825	0.818
		15	0.771	0.744

หมายเหตุ : * หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยทางสถิติสำคัญที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบระหว่างซอสชนิดเดียวกันที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ 28 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.14 แสดงค่า a_w ของซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า ค่า a_w มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับซอสที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน และซอสชนิดอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากซอสสำหรับหมักอันได้แก่ ซอสสำหรับซุบย่างและซอสสำเร็จรูป ทั้งนี้เนื่องจากซอสมีความสามารถในการดูดความชื้นจากอากาศได้ เกิดขึ้นได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และจะมีผลต่อค่า a_w ด้วย (นิธิยา, 2545) และสำหรับซอสที่ในสูตรการผลิตมีการเติมแป้งดัดแปรในสูตร หลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนและนำไปทำการเก็บรักษา น้ำที่อยู่ในโมเลกุลเม็ดสตาร์ชจะมีการไหลออกมาสู่ภายนอก ทำให้น้ำสูญเสียน้ำในโมเลกุลออกมาจึงมีผลทำให้ค่า a_w สูงขึ้น

จากตารางพบว่า ซอสสำหรับหมักสูตร 2 ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 และ 15 นาที จะมีค่า a_w ที่แตกต่างจากซอสอื่น ๆ กล่าวคือจะมีค่า a_w ที่ลดลง ซึ่งในความเป็นจริงควรจะมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับซอสที่ผ่านการให้ความร้อนในระดับอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการวัดในขณะทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในวันแรกและวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

สูตรซอส	อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	เวลาในการให้ความร้อน(นาที)	การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดก่อนและหลังทำการเก็บรักษา (สัปดาห์)	
			1	23
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	49.3	12.9*
	85	5	1,670	1,180*
		10	3,180	1,730*
		15	3,380	3,910
	100	5	3,850	2,172*
		10	26,320	119,730
		15	93,720	38,430*
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	9.95	6.45*
	85	5	98.5	72.5*
		10	587	384*
		15	2,940	2,400*
	100	5	730	350*
		10	8,820	12,820
		15	29,000	29,720

หมายเหตุ : * หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของค่าความหนืดที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และ 23 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.15 แสดงผลการทดสอบความหนืดของซอสที่ผ่านและไม่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน โดยเปรียบเทียบค่าความหนืดของซอสก่อนทำการเก็บรักษาและหลังทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 23 สัปดาห์ พบว่า ซอสส่วนใหญ่มีค่าความหนืดลดลง เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อนำซอสที่ผ่านการทำให้เกิดเจลาติไนเซชั่นมาทำการเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ในตู้เย็น จะมีผลทำให้สตาร์ชซึ่งมีน้ำสะสมอยู่ในโมเลกุลเกิดการสูญเสียน้ำออกจากโมเลกุล ซึ่งนอกจากจะมีผลให้ค่า a_w เพิ่มขึ้น ยังมีผลทำให้ค่าความหนืดลดลงอีกด้วย (นิธิยา, 2545)

4.3.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดทั้งหมด(Total acidity)ระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในซอสสำหรับหมักสูตร 1 และสูตร 2 ในระหว่างการเก็บรักษา

สูตรซอส	อุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน (องศาเซลเซียส)	เวลาในการให้ความร้อน(นาที)	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
			1	20	22	28
ซอสสำหรับหมักสูตร 1	0	0	0.029	0.220	0.200	0.460*
	85	5	0.023	0.130	0.120	0.290*
		10	0.029	0.120	0.130	0.350*
		15	0.023	0.140	0.180	0.410*
	100	5	0.023	0.150	0.160	0.350*
		10	0.042	0.190	0.190	0.430*
		15	0.040	0.170	0.190	0.480*
ซอสสำหรับหมักสูตร 2	0	0	0.035	0.110	0.130	0.370*
	85	5	0.041	0.170	0.190	0.390*
		10	0.046	0.120	0.240	0.540*
		15	0.089	0.270	0.200	0.550*
	100	5	0.063	0.260	0.210	0.660*
		10	0.029	0.400	0.270	0.790*
		15	0.113	0.480	0.390	0.840*

หมายเหตุ :*หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่าความเป็นกรดทั้งหมดที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 สัปดาห์และ 28 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.16 แสดงปริมาณความเป็นกรดของซอสสำหรับหมักทั้ง 2 สูตรในระหว่างทำการเก็บรักษา พบว่าในซอสทั้ง 2 สูตรเมื่อมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่าความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งผลดังกล่าวข้างต้น เป็นเช่นเดียวกับซอสชนิดอื่น ๆ อันได้แก่ ซอสสำหรับชุบย่างและซอสสำเร็จรูป โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด จึงมีผลทำให้พีเอชของซอสลดลง

4.3.6 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในตัวอย่างทดสอบซอสที่ผ่านการให้ความร้อนและไม่ผ่านการให้ความร้อน

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อซอสที่ผ่านการให้ความร้อนว่าผู้บริโภคสามารถตรวจสอบถึงความแตกต่างของซอสที่ผ่านกระบวนการผลิตแบบที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน และซอสที่ผ่านการให้ความร้อน โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Triangle test ในการทดสอบ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวนทั้งสิ้น 15 คน อายุระหว่าง 18 – 35 ปี

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเป็นชิ้นส่วนของอกไก่ที่ถูกหั่นเป็นลูกบาศก์ขนาด 1x1 นิ้ว และผ่านการหมักด้วยซอสสำหรับหมักทั้งแบบที่ผ่านการปรับกระบวนการผลิตโดยการให้ความร้อนและซอสสำหรับหมักที่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน โดยทำการหมักที่เวลาเท่ากันคือ 15 นาที และนำไปอบให้สุกด้วยความร้อน และให้ผู้ทดสอบทดสอบโดยได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการทดสอบของผู้บริโภคที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้

ซอสสูตร	ตัวอย่างทดสอบเปรียบเทียบ	จำนวนผู้ทดสอบที่สามารถตอบได้ถูกต้อง	ความแตกต่าง
1	ซอสสำหรับหมักสูตร 1 (85 องศาเซลเซียส 15 นาที)	6	ไม่แตกต่าง
	ซอสสำหรับหมักสูตร 1 (100 องศาเซลเซียส 15นาที)	9	แตกต่าง
2	ซอสสำหรับหมักสูตร 2 (85 องศาเซลเซียส 15 นาที)	7	ไม่แตกต่าง
	ซอสสำหรับหมักสูตร 2 (100 องศาเซลเซียส 15 นาที)	4	ไม่แตกต่าง

เมื่อนำค่าที่ได้มาเปิดเปรียบเทียบกับตาราง Significance triangle test (ภาคผนวก ง.) (Roessler และคณะ, 1978) พบว่า จำนวนผู้ทดสอบที่สอบซอสสำหรับสูตร 1 แบบที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนและแบบที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถบอกได้ถึงความแตกต่างมีจำนวน 6 คน แต่จำนวนดังกล่าวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) ในขณะที่ซอสสูตรเดียวกันแบบที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนกับแบบที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบสามารถทดสอบความแตกต่างของซอสสำหรับหมักสูตร 1 ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แต่ไม่สามารถบอกความแตกต่างของซอสที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีได้

ซอสสำหรับหมักสูตร 2 แบบที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับแบบที่ผ่านการให้ ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 และ 100 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15 นาที พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กล่าวคือ ซอสสำหรับหมักสูตร 2 แบบที่ไม่ผ่านและผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทางด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส

อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบที่สามารถบอกถึงความแตกต่างได้ โดยให้เหตุผลว่าตัวอย่างทดสอบนั้น ๆ มีรสชาติที่ดีกว่า และเข้มข้นกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อันเนื่องมาจากซอสที่ผ่านการให้ความร้อน โดยเฉพาะอย่างเมื่อให้ความร้อนสูงขึ้น ความเข้มข้นจะสูงขึ้นตามเวลาที่เพิ่มขึ้น ทำให้เมื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ซอสจะไปเคลือบบริเวณผิวหน้าเข้มข้นมากกว่าซอสแบบที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน จึงมีผลทำให้รสชาติเข้มข้นมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่วัตถุดิบที่นำมาผลิตซอสยากิโทริมีปริมาณแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต การเก็บรักษา และแหล่งที่มาของวัตถุดิบแต่ละชนิด ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ทางมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ยกเว้น น้ำกรองที่นำมาใช้ในการผลิต ที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงเกินมาตรฐาน อันเนื่องมาจากถังกรองน้ำขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นที่มีอยู่ในวัตถุดิบแต่ละชนิดจะมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตขึ้น

2. ซอสสำหรับหมักสูตร 1 มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงที่สุดเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 สัปดาห์ ในขณะที่ซอสอื่น ๆ ทั้ง 5 สูตร มีความคงตัวทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่า กล่าวคือไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ

ในซอสทั้ง 6 ชนิดที่นำมาทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในระหว่างทำการเก็บรักษา พบว่าเมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้นจะมีผลทำให้ค่า a_w และค่าความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะเดียวกันค่าพีเอชและค่าความหนืดจะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ มีเพียงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญ

3. การให้ความร้อนในซอสหมัก สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของซอสหมักสูตร 1 จากประมาณ 17 สัปดาห์ เป็นมากกว่า 28 สัปดาห์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ แต่มีการเปลี่ยนแปลงทางคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี โดยมีความหนืดและพีเอชลดลง ในขณะที่ค่า a_w และปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่วนการทดสอบความแตกต่างของซอสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในซอสที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนและซอสที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ในขณะที่สามารถทดสอบพบความแตกต่างในซอสที่ผ่านการให้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ดังนั้น ซอสสูตรที่ 1 ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีนั้น สามารถใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษาของซอสจาก 17 สัปดาห์ เป็นมากกว่า 28 สัปดาห์ ดังนั้นจึงสามารถให้ความร้อนในกระบวนการผลิตเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 85 หรือ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที แต่ซอสสำหรับการหมักสูตร 2 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส อีกทั้งยังไม่พบเชื้อที่ทำให้เกิดโรค ดังนั้นการใช้ความร้อนในการยืดอายุการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาอาจไม่มีความจำเป็น แต่เพื่อความปลอดภัยในการบริโภค จึงควรมีการให้ความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กุลยา จันทร์อรุณ . 2533 . เคมีอาหาร . โรงพิมพ์การศาสนา . กรุงเทพฯ . 315 หน้า

ณรงค์ นิยมวิทย์ . 2538 . องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร . พิมพ์ครั้งที่ 1 . ฟอร์แมทพริ้นติ้ง จำกัด . 237 หน้า

นิธิยา รัตนาปนนท์ . 2545. เคมีอาหาร . โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์ . กรุงเทพฯ . 487 หน้า

มูลนิธิสุขภาพไทย . 2547 . ขิง . [online] . Available:http://www.healthnet.in.th/text/forum2/Ginger/

ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์ . 2547. ไทยกับตำแหน่งผู้ส่งออกเนื้อไก่อันดับ 3 ของโลก: บทความจากคอลัมน์ เศรษฐศาสตร์นอกตำรา . http://www.bio.go.th/22/3/2004

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ . โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต. 135 หน้า

วราวุฒิ ครูส่ง . 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร . โอเดียนสโตร์ . กรุงเทพฯ . 210 หน้า

ลัดดาวัลย์ รัศมิทัติ. 2536. จุลชีววิทยาทางอาหาร. มหาวิทยาลัยบูรพา.ชลบุรี. 248 หน้า

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2536 . ฟรักโทสซิรัป. เล่มที่ 110. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2535 . แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. เล่มที่ 109. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533 . กระเทียมผง. เล่มที่ 107. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2531. น้ำตาลทรายป่น. เล่มที่ 105. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำบริโภค. เล่มที่ 95. กรุเทพฯ:อรุณการพิมพ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำซีอิ๊ว. เล่มที่ 95. กรุงเทพฯ. อรุณการพิมพ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลูโคสซิรัป . เล่มที่ 95. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of The Association of Official Analytical Chemists 19 thed. Association Official Analytical Chemists. Washington.DC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anderson, K.J. and J.R. Blanchfield. 1991. Food and drink – Good Manufacturing Practice: A guide to its Responsible Management, 3 rd edn, IFST, London

Apaiah R.K. and S. A. Barringer . 2001 . Quality loss during Tomato paste Production versus sauce storage . J. Food processing and preservation

Banwart, G.J. 1981. Basic Food Microbiology.Abridge ed.AVI Publishing company.Inc.Connecticut

David K. and S. Persis. 2000. The Stability and Shelf Life of Food. Wood Head, USA 340 p.

Eskin N.A. M. 2001. Food Shelf Life Stability. Department of Foods and Nutrition University of Manitoba . USA. 370 p.

Gisela J. 1985. Sensory Evaluation of food. England .25(4),:237

IFST (1993). "Shelf Life of Foods-Guidelines for Its Determination and Prediction". London: Institute of Food Science & Technology.

ISO 4833:1991. Microbiology General guidance for the enumeration of micro organisms.

ISO 6579:1993. Microbiology General guidance on methods for the detection Of Salmonella.

ISO 4831:1991. Microbiology General guidance for the enumeration of coliforms. Most probable number technique.

ISO 7937: 1985. Microbiology General guidance for the enumeration of *Cl. perfringens*.

ISO 6888: 1983. Microbiology General guidance on methods for the detection Of *S. aureus*.

Roessler, E.B.,R.M.Pangborn,J.L. Sidel and H. Stone, 1978 : Expanded statistical tables for Estimating significance in paired-preference,paired-difference,duo-trio and Triangle tests. *J.Food Sci.*43,940-944

Yokotsuka T. 1985 . Stability of Fermented Soy Sauce with The Emphasis on Japanese Shoyu : The Shelf Life of Food and Beverages .Elsevier Science, Netherlands .827 p

_____ . 2005 . Mirin. [online]. Available:http://www.g-chef.htm

_____ . 2004. High Fructose Corn Syrup. [online] .Available:http://food. Oregonstate.edu/sugar/hfcs.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

_____ . 2004. "Japanese Teriyaki" in Teriyaki Sauce recipe.[online]. Available:

http://japanesefood.about.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

1. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

1.1 **การวิเคราะห์หาปริมาณ** Total plate count (ISO 4833:1991)

นำตัวอย่างส่วนผสมแต่ละชนิดมาอย่างละ 25 กรัม เจือจางด้วยสารละลายเพปโตน 225 มิลลิลิตร 3 ระดับความเจือจาง คือ 10^{-1} ถึง 10^{-3} และดูดสารละลายเจือจางจากแต่ละระดับความเข้มข้นลงในจานเลี้ยงเชื้อ ที่ผ่านอบฆ่าเชื้อแล้วจานละ 1 มิลลิลิตร โดยจะใช้ระดับความเจือจางละ 2 จานเลี้ยงเชื้อ และเทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate count agar) ลงในจานเลี้ยงเชื้อ แล้ว shake plate หลังจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 – 5 วัน และตรวจนับผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ต่อกรัมตัวอย่าง

1.2 **การวิเคราะห์หาปริมาณยีสต์และรา** (ISO 4833:1991)

จะใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์หาปริมาณ Total plate count โดยเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato dextrose agar) ซึ่งจะต้องทำการ acidified PDA โดยการเติมกรดทาร์ทาริก เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ลงใน PDA 100 มิลลิลิตร ก่อนเทลงในจานเลี้ยงเชื้อที่บรรจุตัวอย่างไว้แล้ว

1.3 **การวิเคราะห์หาปริมาณ** MPN coliform (ISO 4831:1991)

ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม มาทำการเจือจางในระดับ 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} ด้วยสารละลายเพปโตน จากนั้นดูดตัวอย่างของแต่ละระดับความเจือจางครั้งละ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดแก้วที่มี Lauryl sulfate tryptose broth (ซึ่งมีหลอด Durham คว่ำอยู่ภายใน) ระดับความเจือจางละ 3 หลอด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง หลังจากบ่มครบ 24 ชั่วโมงแล้ว นำมาอ่านผลของหลอดทดลองที่มีแก๊สเกิดขึ้นใน durham tube ถ้ายังไม่มีแก๊สเกิดขึ้นให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง จึงนำมาอ่านผลอีกครั้ง

จากนั้นนำมาทำการ confirm โดยนำตัวอย่าง 1 loop จากหลอดที่มีแก๊สลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth (BGLB) และบ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงแล้วตรวจสอบหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้น และนำผลที่ได้มาประเมินค่า coliform โดยเทียบจากตาราง MPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 **การตรวจหาปริมาณ** *Clostridium perfringens* (ISO 7937: 1985)

โดยจะเป็นการทดสอบเพื่อตรวจว่าพบหรือไม่พบเชื้อในตัวอย่างอาหาร ซึ่งมีขั้นตอนในการทำดังต่อไปนี้

- เตรียมตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ

-เทน้ำยาสำหรับเจือจาง 225 มิลลิลิตร ตีปั่นให้เข้ากันด้วย stomacher

- ทำการเจือจางตัวอย่างเพิ่มขึ้นอีก 1 – 2 ระดับตามความเหมาะสมด้วยน้ำยาสำหรับเจือจางปริมาตร 9 มิลลิลิตร

- ดูดตัวอย่างแต่ละระดับความเจือจางใส่ลงในหลอด Cook meat medium ที่ต้มไล่อากาศและทำให้เย็นแล้ว โดยใส่ตัวอย่างอาหารหลอดละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 3 หลอดต่อเนื่องกัน เทพาราฟินเหลวหรือ agar เหลวความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ที่ฆ่าเชื้อแล้วลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อทุก ๆ หลอด หลอดละ 1 – 2 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันอากาศละลายลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 – 48 ชั่วโมง

-ใช้ Loop ถ่ายเชื้อจาก cook meat medium แต่ละหลอดออกมา steak ลงบน TSC-EY หรือ Clostridium welchii egg yolk (CW-EY) agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ซึ่งลักษณะโคโลนีของ *Cl. perfringens* บน TSC-EY agar จะมีลักษณะดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนบน CW-EY agar จะมีโคโลนีสีขาวเหลืองขนาด 0.5 – 1.5 มิลลิลิตร อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง ในชั้นของอาหารเลี้ยงเชื้อมีบริเวณทึบแสง (opaque zone) สีขาวเหลืองรอบ ๆ โคโลนี

1.5 **การตรวจหาปริมาณ** *Salmonella* (ISO 6579: 1993)

Pre-enrichment

-เตรียมตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในภาชนะปิดปลอดเชื้อ

-เติม TSB 225 มิลลิลิตร เขย่าหรือปั่นให้ตัวอย่างอาหารกระจายในอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ TSB อย่างสม่ำเสมอ

-นำไปบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่มอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง

selective enrichment

-ใช้ปิเปตปลอดเชื้อถ่ายเพาะเชื้อจาก TSB ลงในหลอดทดสอบที่มีอาหารเหลวเพาะเชื้อ TTB (9 มิลลิลิตร) และ SCB (9 มิลลิลิตร) หลอดละ 1 มิลลิลิตร

-นำหลอดทั้งหมดไปบ่มในตู้อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง

-เขี่ยเพาะเชื้อจากหลอด TTB และ SCB ลงบนอาหารแข็งเพาะเลี้ยงเชื้อ SS และ XLD agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-คว่ำจานและบ่มจานเพาะเชื้อทั้งหมดในตู้บ่มอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง

-ดูลักษณะโคโลนีของเชื้อบนอาหารแข็งเพาะเลี้ยงเชื้อ SS และ XLD agar ซึ่งโคโลนีของซาลโมเนลลาบนอาหารแข็งเพาะเลี้ยงเชื้อทั้งสองจะมีลักษณะดังนี้

SS agar ลักษณะโคโลนีของซาลโมเนลลา จะกลมใส มีหรือไม่มีจุดสีดำของการเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในโคโลนี

XLD agar ลักษณะโคโลนีจะกลมมีสีชมพู มีหรือไม่มีจุดโคโลนีสีดำของการเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในโคโลนี

1.6 **การตรวจหาปริมาณ *Staphylococcus aureus*** (ISO 6888: 1983)

โดยใช้การทดลองและรายงานผลการหาปริมาณโดยวิธี MPN

-ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารให้ได้ระดับความเจือจาง 3 ระดับคือ 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3}

-ดูดตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจางใส่หลอด 10 เปอร์เซ็นต์ NaCl TSB ระดับความเจือจางละ 3 หลอด ๆ ละ 1 มิลลิลิตร

-บ่มเพาะเชื้อหลอดอาหารทั้งหมดในตู้บ่มอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง

-เขี่ยเพาะแยกเชื้อหลอด TSB ในแต่ละหลอดจากข้างต้นลงบน BP medium หรือ MS agar ที่เติมไข่แดงปราศจากเชื้อ

-บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง

-ดูลักษณะโคโลนีเฉาะในแต่ละอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีตะกอนขาวขุ่นรอบ ๆ โคโลนี นับจำนวนหลอดในแต่ละระดับความเจือจางที่สงสัยว่ามีเชื้อ *S.aureus* นำโคโลนีที่สงสัยไปทดสอบการสร้างเอนไซม์ coagulase

-รายงานหลอดที่ให้ผล coagulase positive *S.aureus* ในแต่ละระดับความเจือจางเทียบกับตาราง MPN

2. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

<u>สารเคมีสำหรับการทดสอบหาค่า Acidity</u> (AOAC, 1990)

1 0.1 N. NaOH

2. Potassium phthalate ($KHC_8H_4O_4$)

3. Phenolpthalein 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียม 0.1 N NaOH

ชั่ง NaOH ปริมาณ 50 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร คนให้ละลายเข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้สักครู่ และดูดสารละลายส่วนที่ใสใสในบีกเกอร์ขนาด 5.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 1 ลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ถึงขีดปริมาตร

การเตรียม Potassium phthalate

นำ Potassium phthalate อบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นใน disicator และชั่งน้ำหนักหลังอบแห้งของ Potassium phthalate ปริมาณ 0.006 – 0.700 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 50 – 75 มิลลิลิตรหลังจากนั้นหยด Phenolpthalein 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 2 หยด (เตรียมโดยชั่ง Phenolpthalein 1 กรัมละลายใน neutral 95 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์จนละลายหมด จึงเติมน้ำจนถึงปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร)

จากนั้นนำ phthalate ไปไตเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จนสารละลาย phthalate เปลี่ยนจากไม่มีสีจนกระทั่งเป็นสีชมพูอ่อน และไม่เปลี่ยนสีใน 1 นาที จากนั้นทำซ้ำโดยใช้สารละลายด่างอีก 2 ครั้ง บันทึกปริมาตร (มิลลิลิตร) ของสารละลายที่ใช้ทำปฏิกิริยา โดยใช้สูตร

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) } KHC_8H_4O_4 \times 100}{\text{ml NaOH} \times 204.229}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (Triangle-test)

โปรดทำเครื่องหมาย X ในตัวอย่างที่ท่านคิดว่าแตกต่างจากตัวอย่างอื่น ๆ

วันที่ .....

ชุดตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง
	.....	.....	.....
1	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ .....

.....

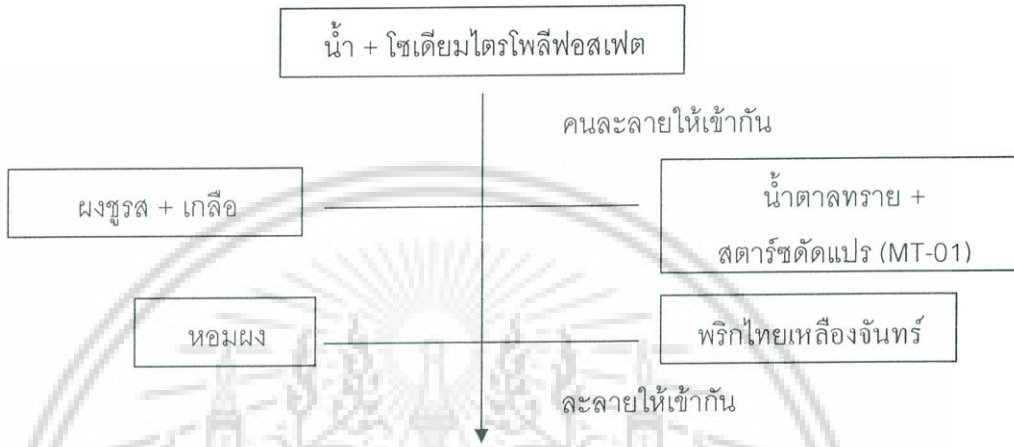
ผู้ทดสอบ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ขั้นตอนและปริมาณส่วนผสมในการผลิตซอส

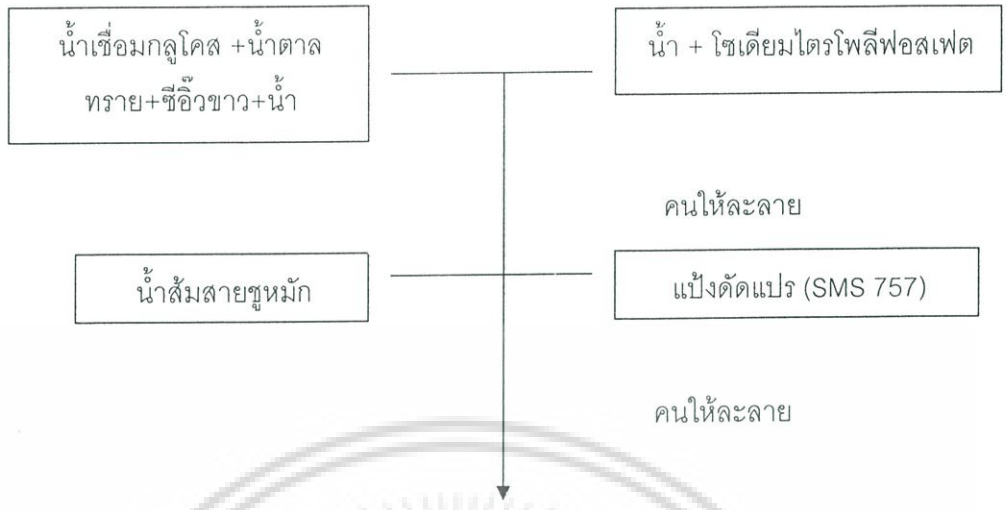
1. ขั้นตอนการผลิตซอสสำหรับหมักสูตร 1



ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
น้ำตาลทราย	16
เกลือ	6.5
พริกไทยเหลืองจันทร์	1.5
ผงชูรส	1.5
หอมผง	5
โซเดียมไตรโพลีฟอตเฟต	2
แป้งดัดแปร (MT-01)	0.9
น้ำ	66.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

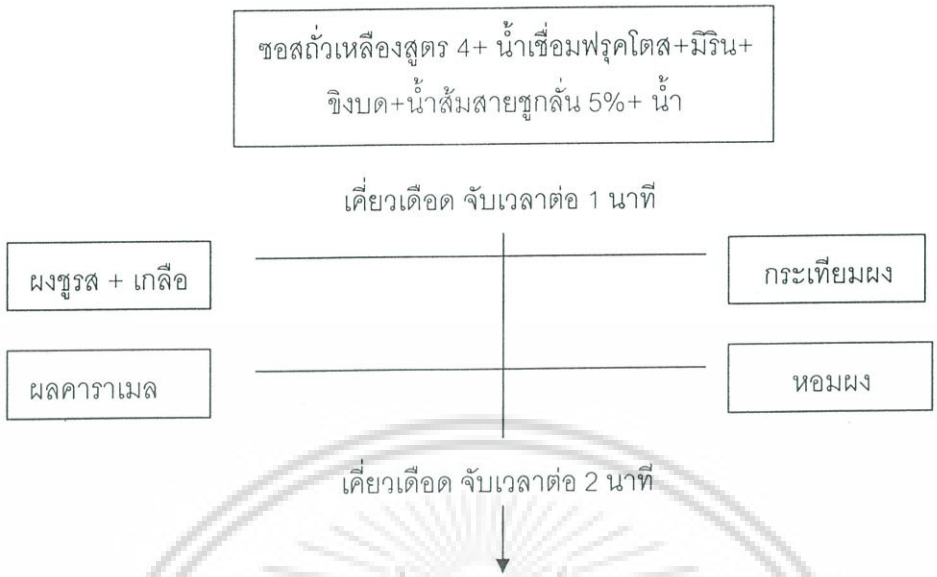
2. ขั้นตอนการผลิตซอสสำหรับหมักสูตร 2



ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
ซีอิ๊วขาว	31.5
น้ำเชื่อมกลูโคส	15
น้ำตาลทราย	12
น้ำส้มสายชูหมัก	3
น้ำ	32.5
โซเดียมไตรโพลีฟอตเฟต	3
แป้งดัดแปร (SMS-757)	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

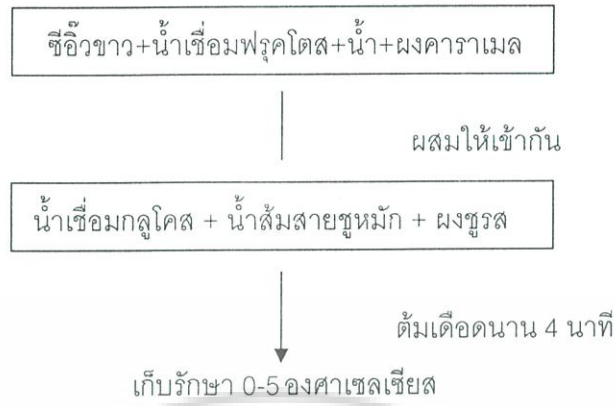
3. ขั้นตอนการผลิตซอสซุบย่างสูตร 1



ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
ซอสถั่วเหลืองสูตร 4	27
น้ำเชื่อมฟรุคโตส	25
มิริน	7
เกลือ	0.4
น้ำขิง	0.4
กระเทียมผง	0.4
หอมผง	0.4
คาราเมลผง	1
ผงชูรส	0.4
น้ำส้มสายชูกลั่น	0.8
น้ำ	36.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

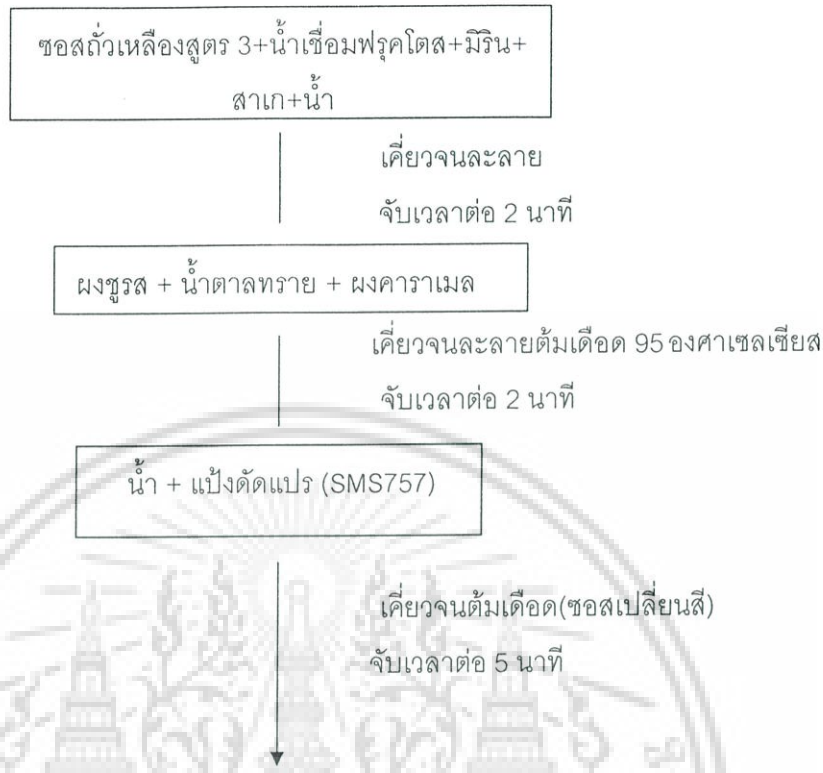
4. ขั้นตอนการผลิตซอสซุบย่างสูตร 2



ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
ซีอิ๊วขาว	22
น้ำเชื่อมฟรุคโตส	39
คาราเมลผง	0.55
น้ำ	21.95
น้ำเชื่อมกลูโคส	12
น้ำส้มสายชูหมัก	2
ผงชูรส	2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

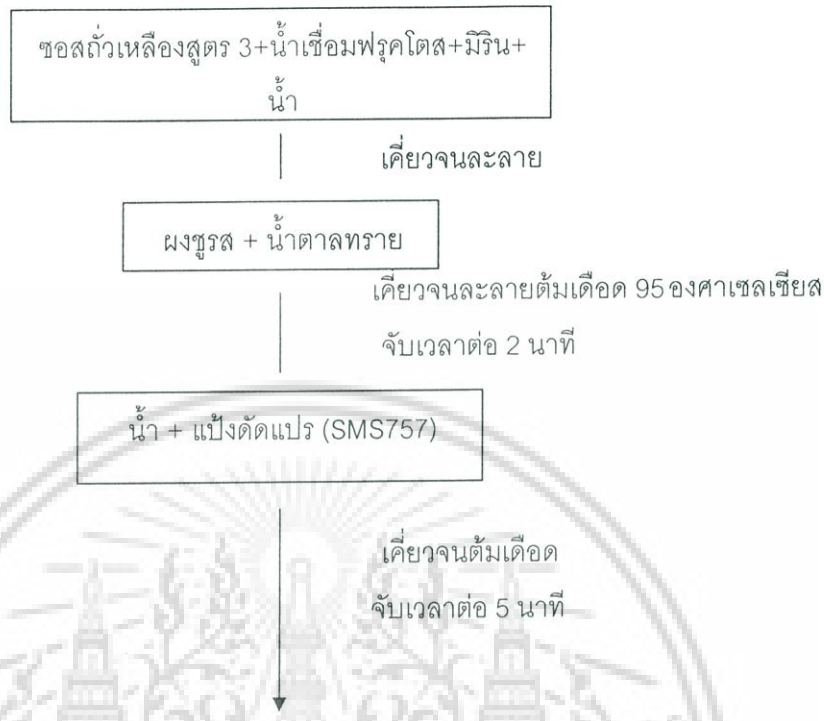
5. ขั้นตอนการผลิตซอสสำเร็จรูปสูตร 1



ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
ซอสถั่วเหลืองสูตร 3	17.5
น้ำเชื่อมฟรุคโตส	20
มิริน	8
สาเก	5
น้ำ	32.5
ผงชูรส	2.5
น้ำตาลทราย	8
คาราเมล	0.15
แป้งดัดแปร (SMS-757)	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ขั้นตอนการผลิตซอสสำเร็จรูปสูตร 2



ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
ซอสถั่วเหลืองสูตร 3	15
น้ำเชื่อมฟรุคโตส	20
มิริน	8
น้ำ	38.9
ผงชูรส	2
น้ำตาลทราย	10
แป้งดัดแปร	6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

Difference Tests

Significance in triangle tests (p = 1/3)

(Source : Roessler *et.al.*;1978)

Number of test subjects or judgements	Minimum correct judgements to establish significant differentiation for a level of error of			Number of test subjects or judgements	Minimum correct judgements to establish significant differentiation for a level of error of		
	= 0.05 (*)	= 0.01 (**)	= 0.001 (***)		= 0.05 (*)	= 0.01 (**)	= 0.001 (***)
5	4	5	-	53	24	27	29
6	5	6	-	54	25	27	30
7	5	6	7	55	25	27	30
8	6	7	8	56	25	28	31
9	6	7	8	57	26	28	31
10	7	8	9	58	26	29	31
11	7	8	9	59	27	29	32
12	8	9	10	60	27	29	32
13	8	9	11	61	27	30	33
14	9	10	11	62	28	30	33
15	9	10	12	63	28	31	34
16	9	11	12	64	29	31	34
17	10	11	13	65	29	32	34
18	10	12	13	66	29	32	35
19	11	12	14	67	30	32	35
20	11	13	14	68	30	33	36
21	12	13	15	69	30	33	36
22	12	13	15	70	31	34	37
23	12	14	16	71	31	34	37
24	13	14	16	72	32	34	37
25	13	15	17	73	32	35	38
26	14	15	17	74	32	35	38
27	14	16	18	75	33	35	39
28	14	16	18	76	33	36	39
29	15	17	19	77	33	36	39
30	15	17	19	78	34	37	40
31	16	17	19	79	34	37	40
32	16	18	20	80	35	37	41
33	16	18	20	81	35	38	41
34	17	19	21	82	35	38	42
35	17	19	21	83	36	39	42
36	18	20	22	84	36	39	42
37	18	20	22	85	36	39	43
38	18	20	23	86	37	40	43
39	19	21	23	87	37	40	44
40	19	21	24	88	38	41	44
41	20	22	24	89	38	41	44
42	20	22	24	90	38	41	45
43	20	23	25	91	39	42	45
44	21	23	25	92	39	42	46
45	21	23	26	93	39	43	46
46	22	24	26	94	40	43	46
47	22	24	27	95	40	43	47
48	22	25	27	96	41	44	47
49	23	25	28	97	41	44	48
50	23	25	28	98	41	45	48
51	24	26	28	99	42	45	48
52	24	26	29	100	42	45	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ตารางที่ จ.-1 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา ในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

ซอส	ปริมาณยีสต์ และรา ระหว่างการเก็บรักษา (สัปดาห์)					
	0	1	2	5	22	24
M/S 1 (control)	N	N	N	N	> 300	> 300
M/S 1 heat 85 - 5 min	N	N	N	N	N	N
M/S 1 heat 85 - 10 min	N	N	N	N	N	N
M/S 1 heat 85 - 15 min	N	N	N	N	N	N
M/S 1 heat 100 - 5 min	N	< 30	N	N	N	N
M/S 1 heat 100 – 10 min	N	N	N	N	< 30	N
M/S 1 heat 100 - 15 min	N	N	N	N	N	N
M/S 2 (control)	< 30	N	N	N	N	N
M/S 2 heat 85 - 5 min	N	N	N	N	N	N
M/S 2 heat 85 - 10 min	N	N	N	N	< 30	N
M/S 2 heat 85 - 15 min	N	N	N	N	N	N
M/S 2 heat 100 - 5 min	N	N	N	N	N	N
M/S 2 heat 100 – 10 min	N	N	N	N	N	N
M/S 2 heat 100 - 15 min	N	N	N	N	N	N
D/S1	N	N	N	N	< 30	N
D/S2	N	N	N	N	N	N
F/S1	N	N	N	N	N	N
F/S2	N	N	N	N	< 30	N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.-3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

ซอส	การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดระหว่างการเก็บรักษา	
	0	28
M/S 1 (control)	49.3	12.9
M/S 1 heat 85 - 5 min	1,673	1,181
M/S 1 heat 85 - 10 min	3,184	1,738
M/S 1 heat 85 - 15 min	3,382.5	3,915
M/S 1 heat 100 - 5 min	3,856	2,172.5
M/S 1 heat 100 – 10 min	26,319.6	11,9734
M/S 1 heat 100 - 15 min	93,720	38,432
M/S 2 (control)	9.95	6.45
M/S 2 heat 85 - 5 min	98.5	72.5
M/S 2 heat 85 - 10 min	587	384
M/S 2 heat 85 - 15 min	2,942	2,408
M/S 2 heat 100 - 5 min	730	350
M/S 2 heat 100 – 10 min	8,828	12,822
M/S 2 heat 100 - 15 min	29,004	29,724
D/S1	16.65	14.5
D/S2	84.5	69.3
F/S1	58,667	37,232
F/S2	922,363	637,864

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.-4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

ซอส	การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ระหว่างการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
	0	20	23	28
M/S 1 (control)	0.900	0.923	0.912	0.970
M/S 1 heat 85 - 5 min	0.877	0.910	0.897	0.928
M/S 1 heat 85 - 10 min	0.846	0.872	0.859	0.895
M/S 1 heat 85 - 15 min	0.860	0.849	0.879	0.900
M/S 1 heat 100 - 5 min	0.831	0.854	0.910	0.891
M/S 1 heat 100 – 10 min	0.805	0.740	0.741	0.835
M/S 1 heat 100 - 15 min	0.833	0.792	0.923	0.863
M/S 2 (control)	0.900	0.930	0.949	0.920
M/S 2 heat 85 - 5 min	0.898	0.906	0.963	0.922
M/S 2 heat 85 - 10 min	0.880	0.847	0.969	0.894
M/S 2 heat 85 - 15 min	0.863	0.790	0.852	0.876
M/S 2 heat 100 - 5 min	0.862	0.815	0.875	0.877
M/S 2 heat 100 – 10 min	0.825	0.737	0.758	0.818
M/S 2 heat 100 - 15 min	0.771	0.708	0.718	0.744
D/S1	0.838	0.809	0.887	0.872
D/S2	0.781	0.716	0.724	0.793
F/S1	0.862	0.851	0.923	0.884
F/S2	0.880	0.891	0.939	0.904

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.- 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาซอสยากิโทริ

ซอส	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดทั้งหมดระหว่างการเก็บรักษา (สัปดาห์)			
	0	20	23	28
M/S 1 (control)	0.029	0.220	0.20	0.460
M/S 1 heat 85 - 5 min	0.023	0.130	0.120	0.290
M/S 1 heat 85 - 10 min	0.029	0.120	0.130	0.350
M/S 1 heat 85 - 15 min	0.023	0.140	0.180	0.410
M/S 1 heat 100 - 5 min	0.023	0.150	0.160	0.350
M/S 1 heat 100 – 10 min	0.042	0.190	0.190	0.430
M/S 1 heat 100 - 15 min	0.040	0.170	0.190	0.480
M/S 2 (control)	0.035	0.110	0.130	0.370
M/S 2 heat 85 - 5 min	0.041	0.170	0.190	0.390
M/S 2 heat 85 - 10 min	0.046	0.120	0.240	0.540
M/S 2 heat 85 - 15 min	0.089	0.270	0.200	0.550
M/S 2 heat 100 - 5 min	0.063	0.260	0.210	0.660
M/S 2 heat 100 – 10 min	0.029	0.400	0.270	0.790
M/S 2 heat 100 - 15 min	0.113	0.480	0.390	0.840
D/S1	0.090	0.270	0.200	1.340
D/S2	0.082	0.160	0.140	1.160
F/S1	0.070	0.290	0.360	0.660
F/S2	0.055	0.250	0.230	0.490

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุชาดา เขียวสอาด
วัน เดือน ปีเกิด	25 กุมภาพันธ์ 2521 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่	303/84 ถ.มหาจักรพรรดิ์ ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000 โทร (038)812532
ประวัติการศึกษา	2542 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ.2542	ตำแหน่งหัวหน้าแผนกผลิตเพลสและน้ำมัน บริษัทชันวาอินเตอร์ฟู้ด
พ.ศ.2544	ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ผลิตบริษัทอาหารเบทเทอร์จำกัด
ปัจจุบัน	ตำแหน่งหัวหน้าแผนกผลิตบริษัทเฟรชมีทฟู้ดส์ โปรดักส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้