



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสบาร์บีคิว

Evaluation of Shelf life for BBQ Seasoning Powder

นางสาวจิตติประภา พรมดี รหัส 5704700028

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา สหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2559

หัวข้อโครงการ การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสบาร์บีคิว

(Evaluation of Shelf life for BBQ Seasoning Powder)

รายชื่อผู้จัดทำ นางสาวจิตติประภา พรหมดี

ภาควิชา เทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ณฐมล จินดาพรรณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรนาถ บุญคง

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชา
เทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการการสอบโครงการ

ณฐมล จินดาพรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. ณฐมล จินดาพรรณ)

[Signature] อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. จรรนาถ บุญคง)

[Signature] พนักงานที่ปรึกษา

(คุณชลฤดี ม่วงทุ่ง)

[Signature] กรรมการกลาง

(ดร. ณัฐฐิกา ศีลาสาย)

[Signature] ผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ.ดร.มารุจ ติมปะวัฒนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 30 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน ดร. ณฐมล จินดาพรรณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินาถ บุญคง

อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ตามที่คุณผู้จัดทำ นางสาวจิตติประภา พรมดี นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 25 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน ณ บริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ตชั่นแนล จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสบาร์บีคิว”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวจิตติประภา พรมดี

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัทไมท์ดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนโครงการสหกิจศึกษา ตั้งแต่วันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานสหกิจศึกษานับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณสมบัติ วิจิตรมูขุ ผู้จัดการแผนกวิจัยพัฒนา ฝ่ายประกันคุณภาพสินค้า
2. คุณชลฤดี ม่วงทุ่ง หัวหน้างานแผนกวิจัยพัฒนา ฝ่ายประกันคุณภาพสินค้า
3. ดร.ณฐมล จินดาพรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา
4. ผศ.จิรนาถ บุญคง อาจารย์ที่ปรึกษา
5. ดร.ณัฐฐิกา ศิลาฉาย กรรมการกลาง

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการทำโครงการสหกิจศึกษา ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

นางสาวจิตติประภา พรหมดี

(30/11/2560)

ชื่อโครงการ : การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสบาร์บีคิว

หน่วยกิต : 6 หน่วยกิต

โดย : นางสาวจิตติประภา พรหมดี

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร. ณฐมล จินดาพรรณ และ ผศ. จิรนาถ บุญคง

ปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขา : เทคโนโลยีการอาหาร

คณะ : วิทยาศาสตร์

ภาคการศึกษา/ ปีการศึกษา : 3 /2559

บทคัดย่อ

บริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ตชั่นแนล จำกัด เป็นบริษัทหนึ่งในประเทศไทยที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตเครื่องปรุงรสอาหารชนิดแห้ง ซึ่งรวมถึงผงปรุงรสบาร์บีคิว (BBQ Seasoning Powder) สูตร Sriracha ที่เค็มบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นการทดแทนด้วยถุงไนลอนจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามเนื่องจากวัสดุทั้งสองชนิดมีสมบัติแตกต่างกันอาจกระทบถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่บรรจุในถุงไนลอนโดยทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 10, 30 และ 40 °C และประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ทุก 7 วัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบจำลองทางจลนพลศาสตร์ร่วมกับ $Q_{10}^{0.1}$ จากผลการทดลองพบว่าลักษณะปรากฏมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงที่สุดระหว่างการเก็บรักษาและถูกทำนายได้ดีโดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์แบบปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์ โดยมีค่า k เท่ากับ 0.0833, 0.0935 และ 0.0965 ที่อุณหภูมิ 10, 30 และ 40 °C ตามลำดับ จากการหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้ $Q_{10}^{0.1}$ ซึ่งถูกคำนวณจากอัตราส่วนของ k ที่อุณหภูมิ 30 และ 40 °C พบว่าผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha จะมีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 34, 33, 31 และ 29 วัน ที่อุณหภูมิ 20, 25, 30 และ 35 °C ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องปรุงรสอาหาร, แบบจำลองจลนพลศาสตร์, อายุการเก็บรักษา

Project Title : Evaluation of Shelf life for BBQ Seasoning Powder
Credits : 6 units
By : Miss Jittiprapa Promdee
Advisor : Dr. Nathamol Chindapan and Asst. Prof. Jiranart Boonkong
Degree : Bachelor of Science
Major : Food Technology
Faculty : Science
Semester/ Academic year : 3 /2017

Abstract

Mighty International Co. Ltd. is a company in Thailand that has produced different dried food seasonings, including BBQ Sriracha product original packed in aluminum foil bag, which is high cost. Nylon substitution is an alternative way to reduce costs. However, differences in their properties may affect its shelf life. Therefore, the objective of this work was to evaluate the shelf life of BBQ Sriracha packed in nylon bag. The experiment was conducted by storing the BBQ Sriracha product at 10, 30 and 40 °C. Then, changes in sensory quality in terms of appearance, color, odor and flavor was determined every 7 days for use of prediction of product shelf life using the kinetic model incorporated with Q10.1. The results indicated that the rate of change in terms of appearance was the highest value, and well modeled using kinetic model with zero-order reactions with k of 0.0833, 0.0935 and 0.0965 at 10 , 30 and 40 °C , respectively. From product shelf life determination using Q10 0.1 calculated by a ratio of k at temperature of 30 and 40 °C, the shelf life of the BBQ Sriracha were 34, 33, 31 and 29 days at storage temperature of 20, 25, 30 and 35° C, respectively.

Keywords: Food seasoning, Kinetic model, Shelf life

Approved by

.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
 บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ประโยชน์ที่ค่านักศึกษาจะได้รับ	3
	4
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 รายละเอียดและการปฏิบัติ	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	9
3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลผลิตขั้นต้นการให้บริการหลักขององค์กร	9
3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานองค์กร	10
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	11
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	11
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	11
3.7 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	11
3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ	14
4.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ในระหว่างการเก็บรักษา	14
4.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ในระหว่างการเก็บรักษา	15
4.3 ผลการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model)	18
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงการ ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ และข้อเสนอแนะ	24
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	26
บรรณานุกรม	27
ภาคผนวก	28
ประวัติผู้จัดทำ	35

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปัจจัยด้านต่างๆ ที่ส่งผลต่ออายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหาร	3
ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติของ ผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha	12
ตารางที่ 4.1 สรุปข้อมูลจลนพลศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha	21
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (T) เป็นไปตามสมการ Arrhenius	22
ตารางที่ 4.3 การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่อุณหภูมิต่างๆ	23



สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 กราฟระหว่าง $[A]_t$ และ t	6
รูปที่ 3.1 แผนที่บริษัท ไมท์ดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	9
รูปที่ 3.2 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไมท์ดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	10
รูปที่ 3.3 แผนผังการจัดองค์กร	11
รูปที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha หลังการผลิต (วันที่ 0)	14
รูปที่ 4.2 ลักษณะผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30°C (a) และที่อุณหภูมิ 10°C (b)	14
รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 49 วัน	15
รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงสีของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 49 วัน	16
รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 49 วัน	16
รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงรสชาติของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 49 วัน	17
รูปที่ 4.7 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์ (เมื่อ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาท สัมผัสที่เวลาใดๆ)	18
รูปที่ 4.8 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (เมื่อ A_0 และ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทาง ประสาทสัมผัส ณ วันที่ 0 และ ที่เวลาใดๆตามลำดับ) $-\ln(A_t/A_0)$	18

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 4.9 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์ (เมื่อ A_1 คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)	19
รูปที่ 4.10 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (เมื่อ A_1 คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)	19
รูปที่ 4.11 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์ (เมื่อ A_1 คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)	20
รูปที่ 4.12 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (เมื่อ A_1 คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)	20
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (T) เป็นไปตามสมการ Arrhenius 10^{-3}	21

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล จำกัด เปิดดำเนินการธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมผลิตอาหาร และวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสอาหารชนิดแห้ง และผลิตภัณฑ์ Dried mix ชนิดต่างๆ ซึ่งรวมถึงผงปรุงรสบาร์บีคิว (BBQ Seasoning Powder) สูตร Sriracha ที่ผลิตขึ้นตามความต้องการของลูกค้าด้วย

เดิมผงปรุงรสบาร์บีคิวสูตรศรีราชา (BBQ Sriracha) ซึ่งมีลักษณะเป็นผงแห้ง สีเหลืองอมส้ม มีกลิ่นคล้ายกระเทียมดองเปรี้ยว และมีรสชาติกลมกล่อม จะถูกบรรจุและปิดผนึกในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ก่อนส่งให้ลูกค้า ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน เนื่องจากอะลูมิเนียมฟอยล์เป็นวัสดุที่ป้องกันผลิตภัณฑ์อาหารจากความชื้นและแสงได้ดี อย่างไรก็ตามการจัดการคุณภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ด้วย ดังนั้นบริษัทจึงต้องการทดแทนบรรจุภัณฑ์อะลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีราคาสูงด้วยบรรจุภัณฑ์ในลอนซึ่งมีราคาต่ำกว่า แต่ด้วยข้อจำกัดของในลอนอาจทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลงในระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากความชื้น ความร้อน และแสง โดยผลิตภัณฑ์อาจจะมีลักษณะเกาะตัวเป็นก้อน ไม่ไหล มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นและรสชาติจะค่อย ๆ จางหายไป ซึ่งลักษณะเหล่านี้ไม่เป็นที่ต้องการของลูกค้าและผู้บริโภค ดังนั้นเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่บริษัทโดยคำนึงถึงความคุ้มค่าในอนาลิต ผู้ผลิตจำเป็นต้องทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุโดยใช้ถุงในลอนระหว่างการเก็บรักษา เพื่อนำไปใช้กำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha รวมทั้งเป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำคำแนะนำให้แก่ลูกค้าว่าควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha อย่างไร

ดังนั้น ผู้วิจัยซึ่งเป็นนักศึกษาปฏิบัติงานในหน่วยงานพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล จำกัด จึงได้รับมอบหมายให้ประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ซึ่งบรรจุในถุงในลอน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยใช้วิธี quality rating ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ทุกๆ 7 วัน จนกระทั่งผลิตภัณฑ์มีคุณภาพในลักษณะใดลักษณะหนึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่บรรจุในถุงไนลอน ณ อุณหภูมิ 20°C - 25°C

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. การเตรียมข้อมูลซึ่งได้จากการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่บรรจุในถุงไนลอน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C โดยผู้เชี่ยวชาญของบริษัท ทุก ๆ 7 วัน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้บรรยายการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ

2. การจัดทำเกณฑ์การให้คะแนนลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha จากนั้นเปลี่ยนข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากขอบเขตข้อ 1 ให้เป็นคะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น

3. การหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C

4. การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลสำหรับใช้กำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่างๆ และใช้จัดทำคำแนะนำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่เหมาะสมให้แก่ลูกค้า

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ความรู้และประสบการณ์จริงในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผงปรุงรสชนิดแห้ง รวมทั้งได้เรียนรู้การทำงานจริงในสถานประกอบการอุตสาหกรรมอาหาร

บทที่ 2

การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัจจัยต่อการเก็บรักษาอาหาร (Factors Affecting Food Storage)

อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ เป็นช่วงเวลาในระยะเวลาที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ เนื่องจากคุณภาพของอาหารลดลงตามระยะเวลาจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะอาหารเสื่อมเสีย ดังนั้นผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องศึกษาอายุการเก็บอาหาร สำหรับระบุวันที่ผลิตหรือวันหมดอายุลงบนผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคและยืนยันกับทางภาครัฐถึงความปลอดภัย นอกจากนี้การศึกษายุการเก็บผลิตภัณฑ์แล้วผู้ผลิตจำเป็นต้องศึกษาภาชนะสำหรับบรรจุอาหารเพื่อป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ ส่งผลต่อการชะลอการลดลงของคุณภาพอาหาร ดังนั้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องหาวิธีการยืดอายุการเก็บ เพื่อลดค่าใช้จ่าย และเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการทำภาชนะบรรจุ (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2547) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการเก็บอาหาร ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปัจจัยด้านต่างๆ ที่ส่งผลต่ออายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหาร

ปัจจัยด้าน	รายละเอียด
องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์	ความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) ชนิดและปริมาณของไขมันและน้ำมัน น้ำตาลจำพวก Reducing Sugar ความไวของสารอาหารต่อปัจจัยภายนอก เช่น pH ความร้อน ความชื้น และแสง ปฏิกิริยาของสารประกอบกับสิ่งอื่น ๆ
ภาชนะบรรจุ	ลักษณะการป้องกันบรรจุภัณฑ์ เช่น ออกซิเจน กลิ่น แสง ความแข็งแรงในการปิดผนึก การถ่ายเทระหว่างภายในและภายนอก ชนิดและปริมาณอากาศภายในภาชนะบรรจุ การขนส่ง การกระแทก การสั่นสะเทือน ปฏิกิริยาระหว่างผลิตภัณฑ์กับภาชนะบรรจุ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ปัจจัยด้าน	รายละเอียด
กระบวนการผลิต	ผลของเชื้อจุลินทรีย์ ผลของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ผลของการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบและการย่อยสลาย ของสารอาหาร
สภาวะแวดล้อม	อุณหภูมิระหว่างการขนส่ง การเก็บรักษาความ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซในบรรยากาศ แสง

2.2 การประเมินอายุการเก็บอาหาร (Shelf Life Evaluation of Food)

การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ณ อุณหภูมิหนึ่งๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลของผลิตภัณฑ์นั้นๆ และข้อมูลจากกระบวนการผลิตและสภาวะแวดล้อมที่ใช้จัดเก็บผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของอาหารลดลงหรือเกิดการเสื่อมเสียของอาหารขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี กายภาพและจุลินทรีย์ (งามทิพย์, 2550) โดยหลักเกณฑ์ในการประเมินอายุของผลิตภัณฑ์ทั่วไปมักใช้วิธีการคำนวณค่าจากน้ำหนัที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงต่อหน่วยเวลา ซึ่งเกิดจากการดูดความชื้นและออกซิเจนภายใต้สภาวะต่าง ๆ โดยใช้ข้อสมมติฐานว่า การเพิ่มของน้ำหนัที่ที่เกิดจากความชื้นที่แตกต่างกันระหว่างภายนอกและภายในบรรจุภัณฑ์ โดยกระบวนการซึมผ่านทั่วผิวของบรรจุภัณฑ์ และการเพิ่มน้ำหนัที่ของอากาศจะมีผลโดยตรงต่อการเสื่อมคุณภาพของอาหาร (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2554) โดยการทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารมี 2 วิธี คือ

1. การทดสอบในสภาวะปกติ คือการเก็บผลิตภัณฑ์ทดสอบไว้ในสภาวะควบคุมปกติ โดยสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพเป็นระยะ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และทำการกำหนดอายุการเก็บตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งเป็นอายุของการเก็บผลิตภัณฑ์นั้น

2. การทดสอบในสภาวะเร่ง คือการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในสภาวะควบคุมที่สามารถเร่งการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ เช่น อุณหภูมิสูงกว่าปกติ ความเข้มข้นของออกซิเจนสูงกว่าปกติ เป็นต้น โดยสภาวะการเก็บเหล่านี้จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียเร็วขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบสั้นลง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลเป็นอายุการเก็บในสภาวะปกติ

2.3 การประเมินคุณภาพด้วยประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

การประเมินคุณภาพด้วยประสาทสัมผัส เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารด้วยประสาทสัมผัสทั้งหมด 5 การรับรู้ ได้แก่ การดม การชิม การมอง การสัมผัส และการได้ยิน จากนั้นนำผลที่ได้เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อสรุปผลถึงระดับคุณภาพของอาหาร

การควบคุมคุณภาพอาหารด้วยประสาทสัมผัส เป็นการควบคุมคุณภาพด้วยการประเมินคุณภาพด้วยประสาทสัมผัส เพื่อการควบคุมให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์อยู่ในเงื่อนไขของข้อกำหนดผลิตภัณฑ์อาหาร โดยสามารถทำได้ตั้งแต่การรับวัตถุดิบ การแปรรูป จนถึงการผลิตขั้นสุดท้ายสู่ผู้บริโภค

2.3.1 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสสำหรับการทดสอบและการประเมินคุณภาพอาหาร (Sensory Attributes for Food Quality Testing and Evaluation)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory Attribute) หรือสมบัติทางประสาทสัมผัส (Sensory Property) เป็นสมบัติที่สำคัญของอาหารนอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัย คุณลักษณะเชิงประสาทสัมผัสทำให้อาหารมีความน่ารับประทาน เป็นส่วนสำคัญที่สุดที่จะทำให้ผู้บริโภคยอมรับ (ปพนวิทย์, 2559) โดยคุณลักษณะเชิงประสาทสัมผัสของอาหารประกอบด้วย 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance) ลักษณะที่ปรากฏซึ่งเป็นคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหาร ได้แก่ ขนาดและรูปร่าง ผิวหน้าของอาหาร ความใส และสภาพการมีฟองในเนื้อของอาหาร และลักษณะที่สำคัญที่สุด คือ สีของอาหาร

2. กลิ่น (Aroma หรือ Odor) เป็นลักษณะเฉพาะตัวของอาหาร โดยมนุษย์สามารถรับรู้กลิ่นในอาหาร (Aromatics) เมื่อผ่านเข้าไปในจมูกและสัมผัสกับระบบกลิ่น (Olfactory System) โดยเมื่อนำอาหารหลายชนิดมาผสมหรือประกอบขึ้นเป็นอาหารชนิดใหม่ อาจส่งผลให้กลิ่นที่ได้แตกต่างไปจากเดิม นอกจากนี้ความแรงของกลิ่นอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณสารให้กลิ่นที่หลุดจากเนื้ออาหารด้วยการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและธรรมชาติของสารที่ให้กลิ่นแต่ละชนิด

3. เนื้อสัมผัส (Texture) จะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไปในอาหารแต่ละชนิด โดยคุณลักษณะสำคัญของอาหารที่สามารถรับรู้ในปากมี 3 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) ความหนา (Thickness) อาหารที่มีสภาพของเหลวที่มีความหนามากจะมีลักษณะข้นและเหนียว 2) ความหยาบ (Roughness) สภาพของเนื้อสัมผัสที่เกิดความผิดปกติไปจากเดิม 3) ปฏิกริยาของเนื้ออาหาร เมื่อนำอาหารเข้าสู่ปาก แล้วเนื้อสัมผัสเกิดปฏิกริยาเหนียว หรือมีความแน่นของชิ้นเนื้ออาหาร

4. กลิ่นรส (Flavor) เป็นคุณลักษณะของอาหารรวมไปถึงเครื่องดื่มและสิ่งปรุงรส โดยกลิ่นรสเป็นคุณลักษณะที่เป็นผลรวมของการกระตุ้นความรู้สึก การเกิดกลิ่นรสของอาหารเกิดจากองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) สารให้กลิ่น (Aromatics) เมื่อเข้าสู่ปากแล้วแยกตัวจากอาหาร 2) สารให้รส (Tastes) การเกิดรสต่าง ๆ จะเกิดขึ้นเมื่อสารที่ทำให้เกิดรสละลายในปาก ได้แก่ สารที่ทำให้เกิดรสเค็ม (Salty) รสหวาน (Sweet) รสเปรี้ยว (Sour) และรสขม (Bitter)

2.4 แบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic Model)

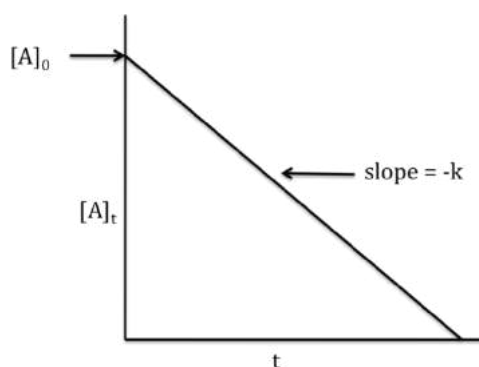
การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาและกลไกของปฏิกิริยา (สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้, ม.ป.ป.) โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาหนึ่งจากปฏิกิริยา อาจเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าก็ได้ เช่น ปฏิกิริยาการระเบิดของวัตถุระเบิดใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาไม่นาน หมายความว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเร็วมาก ส่วนการเกิดสนิมเหล็กต้องใช้เวลาในการเกิดนานเป็นเดือนหรือเป็นปี หมายความว่าปฏิกิริยาเคมีที่ช้ามาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณหรือความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง ส่งผลให้ปริมาณหรือความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น (สุนทร, 2557)

อันดับปฏิกิริยา (Order of Reaction) คือค่าที่จะบ่งบอกว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นในปฏิกิริยานั้นมีอิทธิพลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาอย่างไร อาจเป็นเลขจำนวนเต็มหรือเศษส่วนก็ได้ ซึ่งหาได้จากการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อเปลี่ยนความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่านั้น

ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero Order Reaction) คือปฏิกิริยาที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น การเพิ่มความเข้มข้นของสารเริ่มต้นจะไม่เพิ่มความเร็วของปฏิกิริยา แต่จะพบปฏิกิริยาอันดับศูนย์ได้เมื่อสารที่จำเป็นต่อการให้ปฏิกิริยาดำเนินอย่างต่อเนื่อง เช่น พื้นที่ผิวหรือตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ถูกทำให้อิ่มตัวจากสารตั้งต้น (Reactants)

$$rate = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = k_0$$

เมื่อ k_0 คือ Zero Order Rate Constant ($[A]/t$)



รูปที่ 2.1 กราฟระหว่าง $[A]_t$ และ t

กราฟระหว่าง $[A]_t$ และ t จะได้เส้นตรงที่มีจุดตัดที่ $[A]_0$ และความชัน (Slope) จะเท่ากับ k_0

Half life ($t_{1/2}$) คือ ระยะเวลาที่สารตั้งต้นหายไปครึ่งหนึ่ง หรือเหลืออยู่ครึ่งหนึ่ง

$$t_{1/2} = [A]_0 / 2k_0$$

ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (First Order Reaction) คือปฏิกิริยาที่อัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาแปรผันตรงกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยา โดยความเร็วของปฏิกิริยาจะขึ้นกับความเข้มข้น และเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารที่ยังไม่ทำปฏิกิริยา

$$rate = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = k_1[A] \quad \text{เมื่อ } k_1 \text{ คือ First Order Rate Constant (หน่วยเป็น } t^{-1})$$

และเมื่ออินทิเกรตสมการจะได้ว่า

$$\ln[A] - \ln[A]_0 = -kt \quad \text{หรือ} \quad \ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt$$

ข้อสังเกต

1. อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา อัตราเร็วจะลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น หรือเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง
2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงแบบ Exponential จึงไม่สามารถหาเวลาที่ความเข้มข้นเป็นศูนย์ได้

Half life ของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง

$$t_{1/2} = \ln 2 / k_1 = 0.693 / k_1$$

จากสมการข้างต้นพบว่า $t_{1/2}$ จะไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นและมีค่าคงที่ตลอดเวลา นั่นคือเวลาที่ใช้เพื่อให้สารตั้งต้นมีความเข้มข้นลดลงครึ่งหนึ่งจะมีค่าเท่าเดิมตลอดเวลา

สมการอาร์เรเนียส (Arrhenius Equation) คือสมการที่ใช้สำหรับบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับสภาวะต่าง ๆ เช่น ค่าคงที่อัตราเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรเมื่ออุณหภูมิและพลังงานก่อกัมมันต์ (ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา) เปลี่ยนไป โดยมีนักวิทยาศาสตร์ชื่อ Svante August Arrhenius ได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง k และ T ว่า

$$k = k_0 e^{-(E_a/RT)} \quad \text{หรือ} \quad \ln k = \ln A - E_a/RT$$

เมื่อ k_0 คือแฟกเตอร์ความถี่ หรือค่าคงที่ความชัน และ E_a คือพลังงานก่อกัมมันต์ ($J \text{ mol}^{-1}$) โดย R คือค่าคงที่ของแก๊ส ($8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) และ T คืออุณหภูมิ (K) ซึ่งจากตัวแปรในสมการสามารถคำนวณได้ ดังนี้

Slope หรือค่าความชันสามารถได้จากสมการ $slope = -E_a/2.303 \cdot R$

E_a สามารถหาได้จากค่า k ที่อุณหภูมิ T_1 และ T_2 เท่ากับ k_1 และ k_2 ดังสมการ

$$E_a = 2.303R \cdot \left(\frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \right) \cdot \log \frac{k_2}{k_1}$$

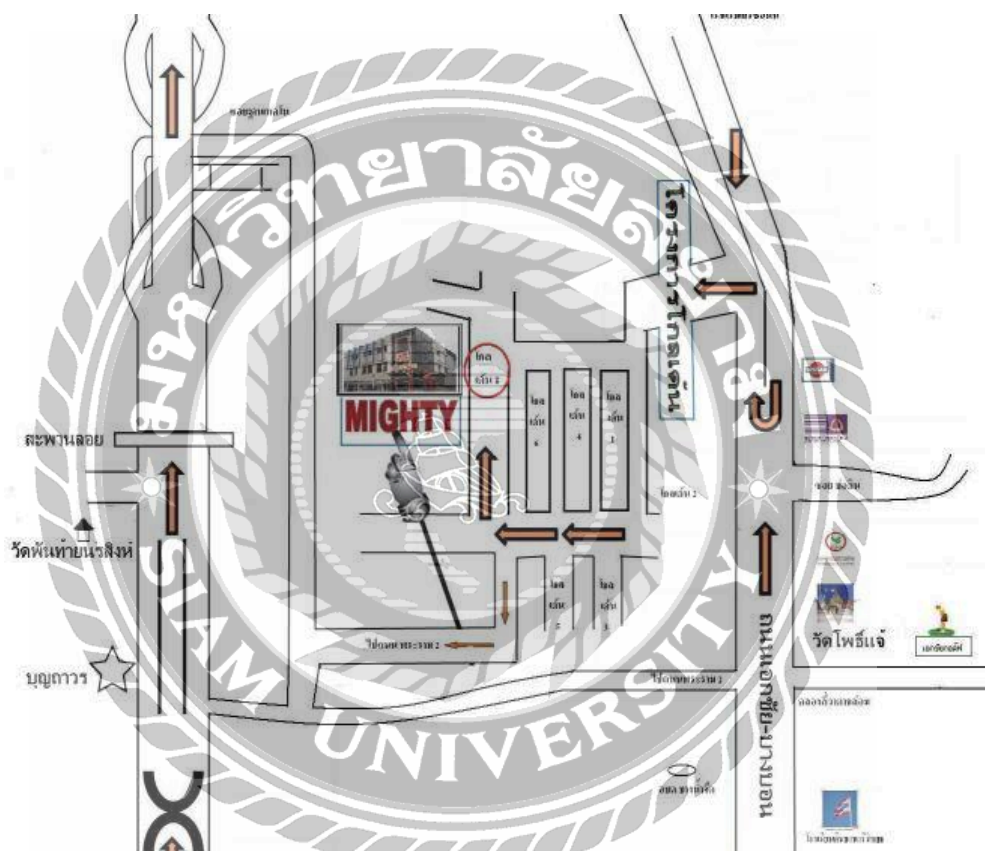


บทที่ 3

รายละเอียดและการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เลขที่ 35/151 โครงการโกลเด้นแฟคตอรี ถนนเอกชัย ต.บางน้ำจืด อ.เมือง จ.สมุทรสาคร 74000



รูปที่ 3.1 แผนที่บริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร

บริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมผลิตอาหารและวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสอาหารชนิดแห้ง ผลิตภัณฑ์อบแห้งจากกระบวนการอบแห้งแบบลมร้อน (Air dry) การอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dry) และการอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dry) ผลิตภัณฑ์ Dried mix ชนิดต่างๆ นอกจากนี้บริษัทฯ ลิขสิทธิ์เฉพาะของลูกค้าภายใต้ตราสินค้าของบริษัทฯ เพื่อขายในประเทศและต่างประเทศซึ่งบริษัทฯ ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดีและได้รับความน่าเชื่อถือจากลูกค้า ยังรับเป็นผู้บรรจุหีบห่ออาหาร

(Packing), Outsource และ Subcontractor ในผลิตภัณฑ์ประเภท Butter Oil Substitute, Bakery Ingredients, Cultures and Probiotics, Dairy-based Ingredients, Flavors and Flavor Enhancers, Gelatins and Collagen Peptides, Health and Supplementary Ingredients, Herb and Plant Extracts การดำเนินงานของบริษัทเป็นการผลิตตามใบสั่งซื้อเฉพาะของลูกค้าภายใต้

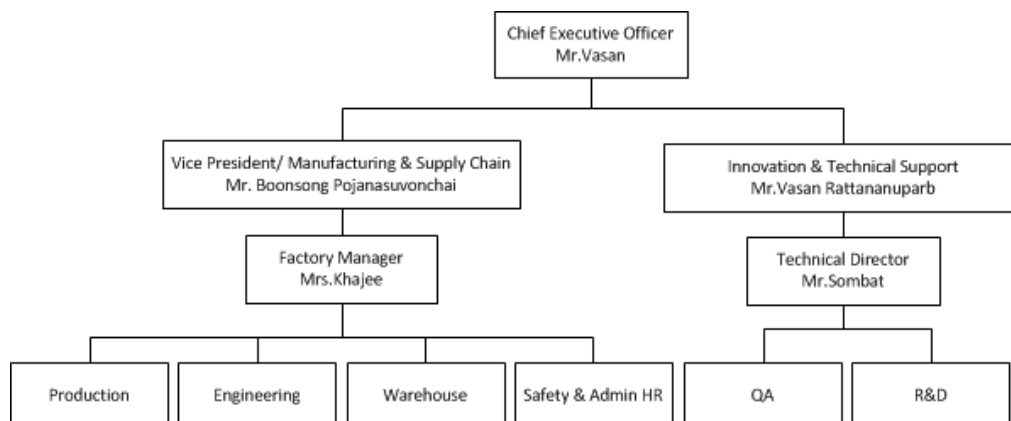
บริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้รับการรับรองคุณภาพจากมาตรฐานที่สำคัญ อาทิเช่น GMP (Good Manufacturing Practice), HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), ISO 9001:2008, HALAL, FSSC 22000:2010 (Food Safety System Certification) และ Pas 220



รูปที่ 3.2 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานองค์กร

บริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้ก่อตั้งขึ้นในวันที่ 19 ตุลาคม 2532 บนเนื้อที่ 5.9 ไร่ มีพนักงานทั้งสิ้นประมาณ 98 คน มีวันทำงาน จันทร์-เสาร์ หยุดวันอาทิตย์ (ทำงาน 6 วัน : สัปดาห์เฉลี่ยวันละ 8 ชม.)



รูปที่ 3.3 แผนผังการจัดองค์กร

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานอยู่ในแผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้รับการมอบหมายงาน เกี่ยวกับการศึกษาอายุ การเก็บผลิตภัณฑ์ในสถานะเร่ง เพื่อเป็นตัวกำหนดคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

คุณชลฤดี ม่วงทุ่ง ตำแหน่ง : ผู้ช่วยผู้จัดการ แผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

15 สัปดาห์ (15 พฤษภาคม 2560 ถึง 25 สิงหาคม 2560)

3.7 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- 1) อุปกรณ์และเครื่องมือ ได้แก่ เครื่องชั่ง
- 2) ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการ Windows 10 Pro 64 bit
- 3) ซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Microsoft office 2013 สำหรับจัดทำเอกสารและ โปรแกรม SPSS 24 สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.8.1 เตรียมข้อมูลซึ่งได้จากการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยผู้เชี่ยวชาญของบริษัท

จัดเตรียมข้อมูลซึ่งได้จากการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่บรรจุในถุง ไนลอนจำนวน 25 กรัม/ซอง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10, 30 และ 40°C โดยผู้เชี่ยวชาญที่ผ่านการ

ฝึกฝนของบริษัท ทุก ๆ 7 วัน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้บรรยายการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ

3.8.2 ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha และจัดทำเกณฑ์การให้คะแนน

นำตัวอย่าง BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ มาศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ และจัดทำเกณฑ์การให้คะแนน โดยใช้วิธี Overall quality rating (Lawlees, 1988) จากนั้นเปลี่ยนข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากข้อ 1 ให้เป็นคะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้น ดังนี้

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha

ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	คะแนน
ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ	5
ขึ้นเล็กน้อย	สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	กลิ่นอ่อนเล็กน้อย	รสอ่อนเล็กน้อย	4
ขึ้นจับก้อน	สีเข้ม	กลิ่นอ่อนปานกลาง	รสอ่อนปานกลาง	3
เล็กน้อย		กลาง		
ขึ้นจับก้อนบี้แตก	สีคล้ำ	กลิ่นอ่อน	รสอ่อน	2
ขึ้นจับก้อนบี้ไม่แตก	สีคล้ำกว่าปม	กลิ่นอ่อนมาก	รสอ่อนมาก	1
ก้อนแข็ง	สีดำ	กลิ่นหาย	รสหาย	0

หมายเหตุ* โดยมีเงื่อนไขว่า ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับหากไม่มีลักษณะใดลักษณะหนึ่งได้คะแนนต่ำกว่า 2 คะแนน

3.8.3 หาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ในระหว่างการเก็บรักษา

นำข้อมูลที่จากข้อ 3.8.2 มาพลอตกราฟระหว่างคะแนนของลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha กับเวลาในการเก็บรักษา ที่ทุกอุณหภูมิที่ศึกษา

3.8.4 ทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model) พิจารณาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง ในข้อ 3.8.3 จากนั้นเลือกลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็วที่สุดมาใช้ในการทำนายอายุการเก็บรักษาของ ผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model) ลำดับที่ 0 และ ลำดับที่ 1 ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Zero order: } [A] - [A]_0 = -k_0 t \quad (1)$$

$$\text{First order: } \ln \frac{[A]}{[A]_0} = -k_1 t \quad (2)$$

จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (T) โดยใช้ Arrhenius equation

$$k = k_0 e^{-\left(\frac{E_a}{RT}\right)} \text{ หรือ } \ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (3)$$

คำนวณค่า Q_{10} จากอัตราส่วนระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) ที่ T และ T+10 ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (3) ดังนี้

$$Q_{10} = \frac{\text{Rate at temperature T}}{\text{Rate at temperature T + 10}}$$

จากนั้นคำนวณหา Q_1 โดยใช้ค่า Q_{10} สามารถคำนวณให้อยู่ในรูปของ Shelf Life ได้ดังนี้

$$Q_{10}^{\left(\frac{\Delta}{10}\right)} = \frac{\text{time (prediction)}}{\text{time (acceierated condition)}} = \frac{\theta_T}{\theta_T + 10}$$

เมื่อทราบ Q_{10} ของผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน 10°C จะสามารถคำนวณค่า Q_1 โดยใช้สูตรดังนี้

$$Q_1 = Q_{10}^{0.1}$$

เมื่อคำนวณได้ค่า Q_1 จะสามารถทำนายอายุการเก็บ (Shelf Life) ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ที่เก็บอุณหภูมิอื่นๆ ได้โดยใช้สูตรดังนี้

$$Q^{\Delta T} = \frac{\theta_T}{\theta_{T+\Delta T}} \text{ โดย } \Delta = T_1 - T$$

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ในระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ของ BBQ Sriracha เป็นผลิตภัณฑ์ปรุงรส (seasoning) ชนิดหนึ่ง นิยมใช้เพื่อเพิ่มรสชาติให้กับอาหารประเภทขนมขบเคี้ยว มันฝรั่งทอดกรอบ หลังการผลิตใหม่ ผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha จะมีลักษณะเป็นผงแห้ง สีส้ม มีกลิ่นบาร์บีคิวคล้ายกระเทียมดองเปรี้ยว ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha หลังการผลิต (วันที่ 0)

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C ตามลำดับ เป็นเวลาทั้งหมด 49 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะขึ้น เกาะตัวกันเป็นก้อนไม่ไหล สีน้ำตาลเข้มขึ้นจนถึงดำคล้ำ (ดังรูปที่ 4.2) กลิ่นของบาร์บีคิวหายไป รสชาติเริ่มเผ็ดอ่อนน้อยลง รสเปรี้ยวหายไป โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิสูงจะเปลี่ยนแปลงเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำ ดังรูปที่ 4.2



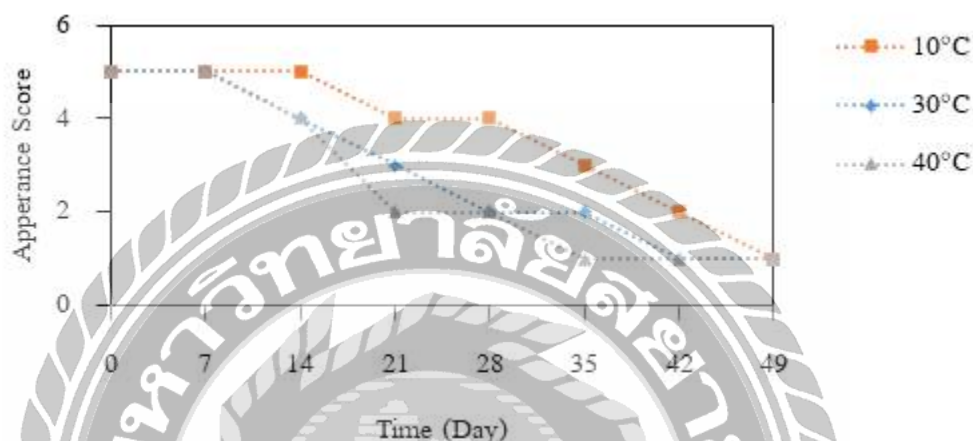
(a)

(b)

รูปที่ 4.2 ลักษณะผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30°C (a) และที่อุณหภูมิ 10°C (b)

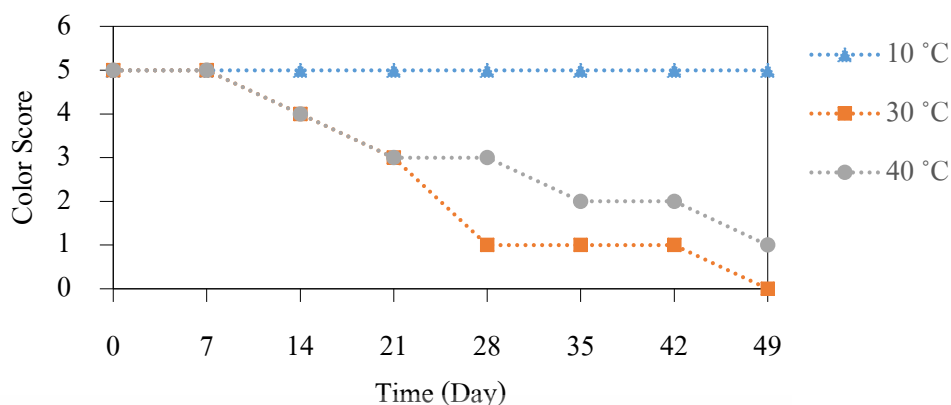
4.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ในระหว่างการเก็บรักษา

ผลการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C ซึ่งประเมินโดยผู้ทดสอบที่มีความชำนาญเป็นเวลา 49 วัน แสดงรูปที่ 4.3 – 4.6



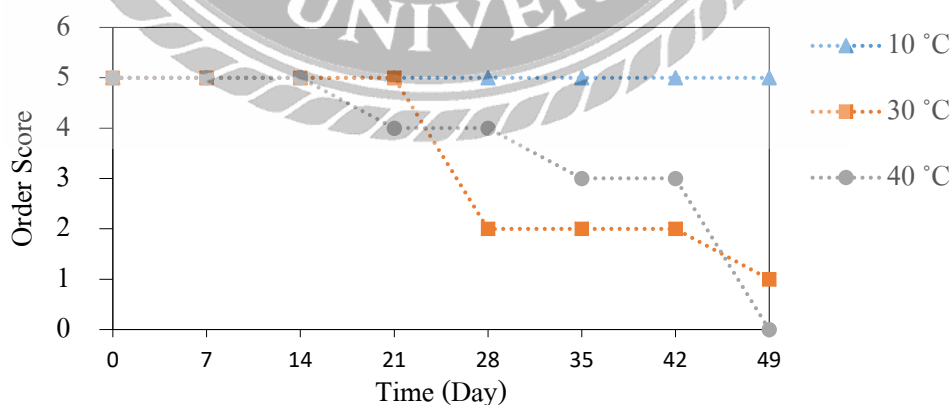
รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 49 วัน

จากรูปที่ 4.3 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C เป็นเวลา 49 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่ทุกอุณหภูมิต่างก็มีคะแนนลดลงระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการเกาะตัวเป็นก้อน ไหลได้ยากขึ้นซึ่งคาดว่าเป็นเพราะผลิตภัณฑ์มีการดูดซับความชื้นจากภายนอกเข้าไปสู่ภายใน นอกจากนี้พบว่าผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40°C มีค่าคะแนนลดลงรวดเร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับที่ 30°C และ 10°C โดยพบว่าหลังจากวันที่ 14 ของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ระดับ 2 คะแนนและน้อยกว่า 2 คะแนน ซึ่งผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏ ขึ้นจับก้อนบีแตก ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากการระเหยของน้ำออก แต่ไอน้ำที่ระเหยนั่นไม่สามารถซึมผ่านบรรจุภัณฑ์ชนิดไนลอนได้ดี อาจมีไอน้ำบางส่วนหลงเหลืออยู่ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ดูดซับความชื้นกลับมา และเกิดการเกาะตัวของผลิตภัณฑ์ได้



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงสีของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 49 วัน

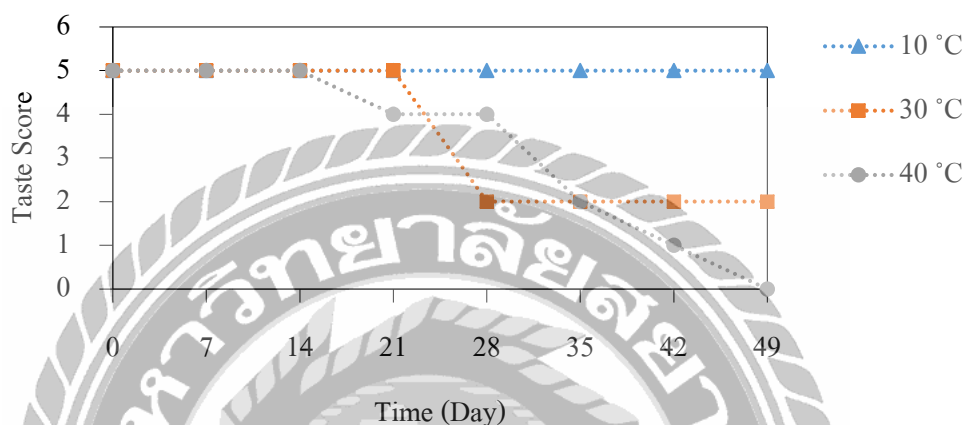
จากรูปที่ 4.4 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงสีของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C เป็นเวลา 49 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างมีนัยสำคัญ ผลิตภัณฑ์ยังคงได้คะแนนเต็ม 5 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30°C และ 40°C พบว่าผลิตภัณฑ์มีคะแนนลดลงในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) อย่างไรก็ตามหลังจากวันที่ 21 ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30°C มีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40°C เนื่องจากคาดว่าที่อุณหภูมิ 30°C ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและ Water activity มากกว่าที่ 40°C ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ Water activity ในกรณีนี้จะไปเร่งปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 49 วัน

จากรูปที่ 4.5 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C เป็นเวลา 49 วัน พบว่าที่เก็บที่อุณหภูมิ 10°C ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น

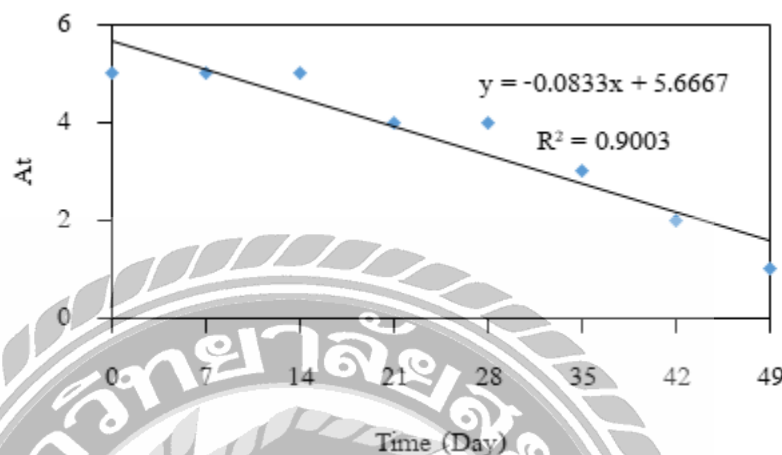
อย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่เก็บที่อุณหภูมิ 30°C และ 40°C มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่อ่อนลงเรื่อยๆตามระยะเวลาในการเก็บรักษา คาดว่าเป็นเพราะมีการระเหยของกลิ่นทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha นั้นหายไป นอกจากนี้พบว่าที่ 40°C มีอัตราการลดลงของกลิ่นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่ 30°C เพราะกลิ่นเป็นสารที่ระเหยได้จึงสามารถระเหยได้ดีที่อุณหภูมิสูง



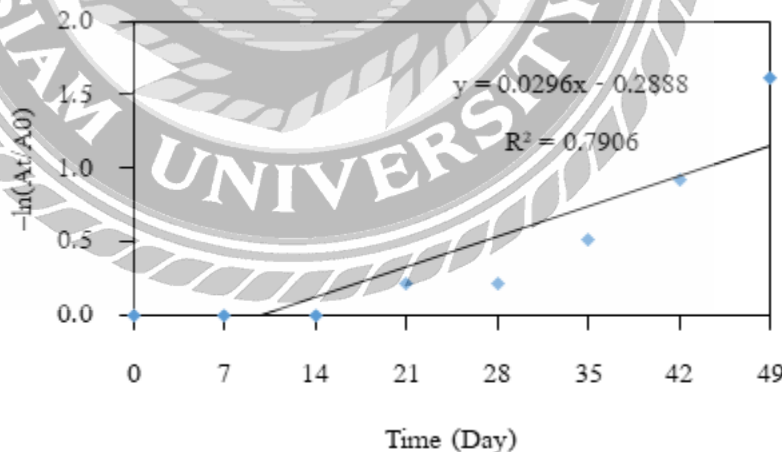
รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงรสชาติของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างๆเป็นเวลา 49 วัน

จากรูปที่ 4.6 ซึ่งแสดงการเปลี่ยนแปลงรสชาติของ BBQ Sriracha ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10°C 30°C และ 40°C เป็นเวลา 49 วัน พบว่าที่เก็บที่อุณหภูมิ 10°C ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่เก็บที่อุณหภูมิ 30°C และ 40°C มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีรสชาติเปรี้ยว เค็ม เผ็ด อ่อนลงเรื่อยๆจนกระทั่งหายไป คาดว่าเป็นเพราะเป็นการสลายตัวของสารให้รสชาติเนื่องจากความชื้นและความร้อน

4.3 ผลการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model)

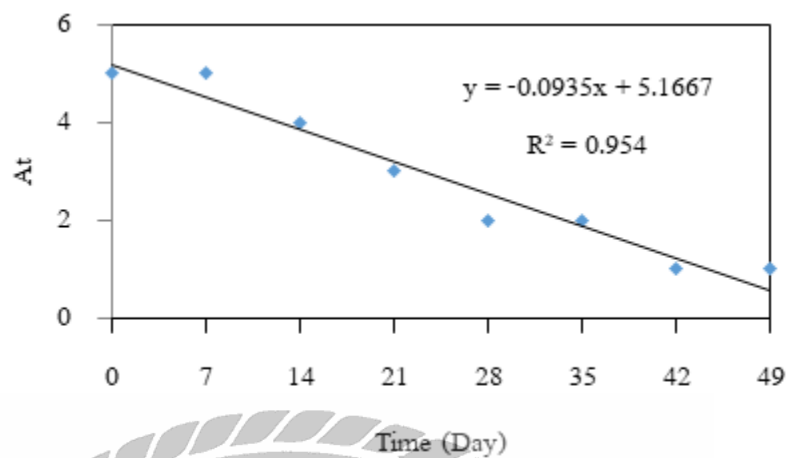


รูปที่ 4.7 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกริยาอันดับที่ศูนย์ (เมื่อ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัสที่เวลาใดๆ)

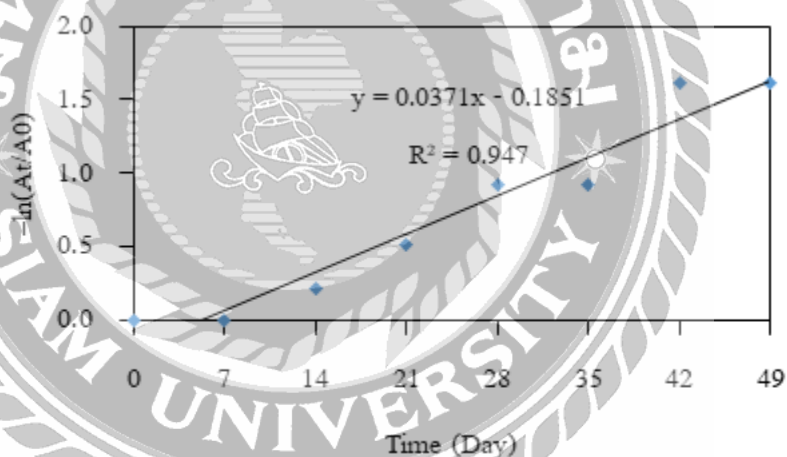


รูปที่ 4.8 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกริยาอันดับที่หนึ่ง (เมื่อ A_0 และ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส ณ วันที่ 0 และ ที่เวลาใดๆตามลำดับ) –

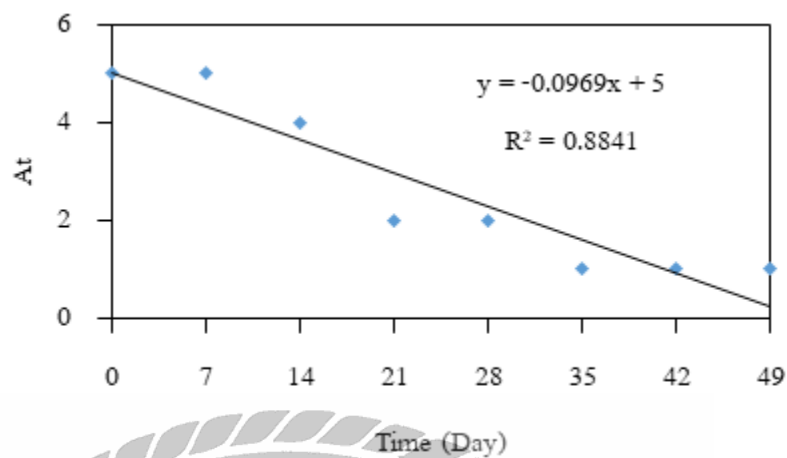
$$\ln(A_t/A_0)$$



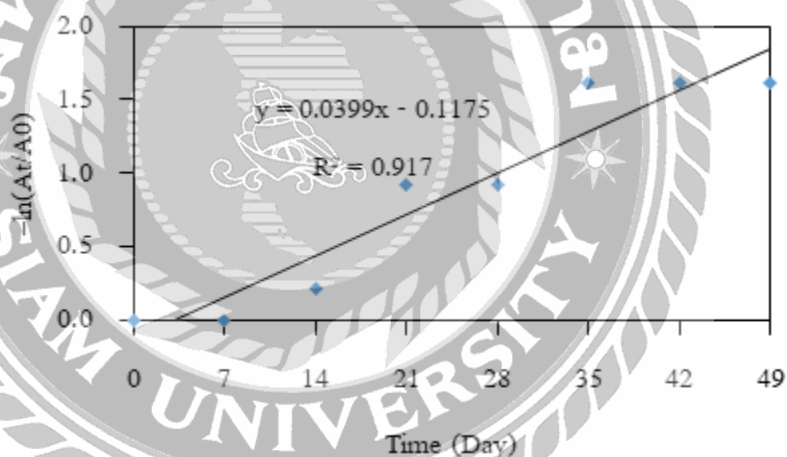
รูปที่ 4.9 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์ (เมื่อ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)



รูปที่ 4.10 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (เมื่อ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)



รูปที่ 4.11 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์ (เมื่อ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)

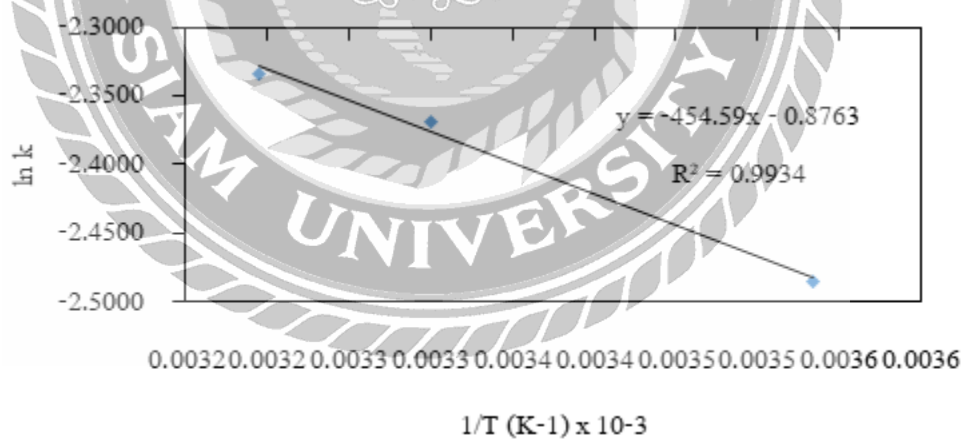


รูปที่ 4.12 การทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40°C โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (เมื่อ A_t คือคะแนนที่ได้จากการประเมินทางประสาทสัมผัส)

ตารางที่ 4.1 สรุปข้อมูลจลนพลศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha

Kinetic model	อุณหภูมิ	R^2	k
Zero order	10°C	0.900262	0.083333
	30°C	0.953958	0.093537
	40°C	0.884082	0.096939
First order	10°C	0.790631	0.029558
	30°C	0.947008	0.037072
	40°C	0.917038	0.039919

จากผลการทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์และอันดับหนึ่ง พบว่าแบบจำลองจลนพลศาสตร์ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ให้ค่า R^2 เข้าใกล้ 1 มากกว่า ดังนั้นจึงเลือกใช้ อัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) ที่ได้จากแบบจำลองจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับศูนย์มาพล็อตกับ $1/T$ เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาตามสมการ Arrhenius ได้ดังนี้



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (T) เป็นไปตามสมการ Arrhenius 10^{-3}

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา (k) กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา (T) เป็นไปตามสมการ Arrhenius

T (K)	1/T	k	ln k
10	0.0035	0.0833	-2.4849
30	0.0033	0.0935	-2.3694
40	0.0032	0.0969	-2.3337

จากรูปที่ 4.13 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln k$ กับ $1/T$ ตามสมการ Arrhenius ได้ค่าความชันเท่ากับ $y = -454.59x - 0.8763$ หรือ -454.588457 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9934

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad \text{สมการคำนวณหาค่าความชัน}$$

จากสมการคำนวณค่าความชันข้างต้นนำมาแทนค่า R ด้วยค่าคงที่ของแก๊ส (8.314 J/K.mol) จากนั้นย้ายข้างสมการเพื่อคำนวณหา E_a ได้ดังนี้

$$E_a = k \times 8.314 \quad \text{สมการคำนวณพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา}$$

ตารางที่ 4.3 การทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
20	34
25	33
30	31
35	29

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ทั้ง 4 อุณหภูมิ ได้แก่ 20°C 25°C 30°C และ 35°C ได้ผลการทำนายอายุการเก็บรักษา 34 วัน 33 วัน 31 วัน และ 29 วัน ตามลำดับ โดยผลการทำนายชี้ให้เห็นว่า อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลต่ออายุในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงการ ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ และข้อเสนอแนะ

5.1.1 สรุปผลโครงการ

การศึกษาการทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยการทดลองบรรจุตัวอย่างในถุงไนลอน และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10, 30 และ 40 °C เป็นเวลา 49 วัน จากนั้นติดตามการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางประสาทสัมผัสทุกๆ 7 วัน จนกว่าผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะใดลักษณะหนึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้มาทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ร่วมกับ $Q_{10}^{0.1}$ จากผลการทดลองพบว่าลักษณะปรากฏของ BBQ Sriracha มีคุณภาพลดลงเร็วที่สุด โดยมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานภายใน 49 วัน ดังนั้นอัตราการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์จึงถูกใช้เป็นเทอมในการทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha ที่อุณหภูมิต่างๆ สามารถทำนายได้ดีโดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์ปฏิกิริยาอันดับที่ศูนย์ โดยมีค่า k เท่ากับ 0.0833, 0.0935 และ 0.0965 ที่อุณหภูมิ 10, 30 และ 40 °C ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln k$ และ $1/T$ เป็นไปตามสมการของ Arrhenius ($R^2 = 0.9934$) และเมื่อใช้ $Q_{10}^{0.1}$ ซึ่งคำนวณได้จากอัตราส่วนของ k ที่อุณหภูมิ 30 และ 40 °C ทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha จะมีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 34, 33, 31 และ 29 วัน ที่อุณหภูมิ 20, 25, 30 และ 35 °C ตามลำดับ

5.1.2 ข้อจำกัดหรือปัญหาของโครงการ

1. ปัญหาของการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่จะศึกษาอายุการเก็บรักษา เนื่องจากสถานที่เก็บอุณหภูมิห้องไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ ในบางวัน อุณหภูมิเกือบ 40°C ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่เก็บไว้ในตู้บ่ม ส่วนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิตู้เย็น ประมาณ 10°C ตู้เก็บมีความแน่นเกินไป บางครั้งมีการละลายของน้ำแข็ง ทำให้เกิดความชื้นมากขึ้นหรืออาจจะถึงขั้นอุ้งเปือก ที่สำคัญคือที่เก็บทั้ง 3 อุณหภูมิไม่มีการควบคุมความชื้น

2. ปัญหาทางด้านผู้ทดสอบคือ บางครั้งในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสผู้ทดสอบไม่ใช่คนเดิมและจำรสชาติครั้งก่อนไม่ได้ จึงทำให้คะแนนเกิดการเบี่ยงเบนของคะแนน

3. ปัญหาทางด้านการสุ่มตัวอย่างออกมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เมื่อสุ่มตัวอย่างออกมาจากภาชนะบรรจุแล้ว มีการปิดผนึกภาชนะบรรจุ และนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่

กำหนด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ดูดซับความชื้นจากบรรยากาศ ทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่มีการสัมผัสตัวอย่างออกมาทดสอบ

5.1.3 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลอง พบว่ามีตัวแปรควบคุมหลายประการที่มีอิทธิพลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ แต่ยังไม่มีการควบคุมตัวแปรดังกล่าว อาทิเช่น อุณหภูมิและความชื้นของห้องเก็บผลิตภัณฑ์ ภาชนะสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์แบบแยกเพื่อสัมผัสตัวอย่างออกมาทดสอบ และการกำหนดผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นต้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะแนวทางการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ที่มีการควบคุมตัวแปรดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางให้ทางบริษัทได้ดำเนินการทดลองต่อไป ดังนี้

1. การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ โดยการกำหนดความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 65-75% และทำการทดลอง ตามขั้นตอน

1) เตรียมสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว (อ้างอิงตาม Omega ซึ่งแสดงในภาคผนวก ข) ใส่ในถ้วยพลาสติกเปิดฝา และบรรจุลงในกล่องทึบแสงปิดสนิท

2) บรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการศึกษาลงในบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการขาย (เช่น ถุงในลอนหรืออลูมิเนียมฟอยล์) ประมาณ 30 กรัมต่อถุง จำนวน 24 ถุง ต่ออุณหภูมิที่ต้องการศึกษา

3) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่เตรียมไว้ในข้อ 2 เก็บในกล่องทึบแสงที่มีสารละลายโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัว ตามข้อที่ 1

4) นำกล่องทึบแสงในข้อ 3 ไปเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

5) ทำการสัมผัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ออกมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี-กายภาพ รวมทั้งประสาทสัมผัส (ควรเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์) สัมผัสหาละหนึ่งครั้งเป็นเวลา 6 เดือน หรือจนกว่าผลิตภัณฑ์จะมีการเสื่อมเสีย เช่น

- ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity)
- ค่าปริมาณความชื้น โดยวิธี AOAC, 2000
- ค่าความเป็นกรด-ด่าง
- ค่าปริมาณเกลือ
- ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ

โดยกำหนดผู้ทดสอบที่มีความเชี่ยวชาญ มีความเข้าใจเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

6) ทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ตามวิธีการทดลองและวิธีการคำนวณในบทที่ 3
หมายเหตุ การทดลองสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของทางบริษัท

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทไมท์ดี อินเทอร์เน็ต เซ็นแนล จำกัด ในแผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำโครงการวิจัย เรื่องการประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสบาร์บีคิว ผลการวิจัยที่ได้ทำให้บริษัทสามารถนำข้อมูลที่ได้นั้น ไปใช้ในการทำนายอายุของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อบริษัทแล้ว นักศึกษายังได้ประสบการณ์ที่ดีจากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการจริงอีกด้วย ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่ตนเองในการประกอบอาชีพในอนาคต



บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2554). การทดสอบหาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในสภาวะเร่ง. เข้าถึงได้จาก <https://bsc.dip.go.th/th/category/quality-control/qs-foodage>.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. (2550). การบรรจุอาหาร (*Food Packaging*). กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์บริษัท เอส.พี. เอ็ม. การพิมพ์จำกัด, 389 หน้า.
- ปพนวิทย์ สุทธิประสิทธิ์. (2560). การทดสอบและการประเมินคุณภาพอาหารด้วยวิธีการทางประสาทสัมผัส. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 21-24.
- มัลลิกา วัฒนากิริมย์กุล. (2554). การหาอายุการเก็บ (*shelf life evaluation*). เข้าถึงได้จาก <http://pirun.ku.ac.th/~g5414200025/shelf%20life%20evaluation.html>.
- ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. (2547). ความปลอดภัยกับการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ เข้าถึงได้จาก <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?aID=18>.
- สถาบันนวัตกรรมและพัฒนาระบบการเรียนรู้. (ม.ป.ป.) เคมีสำหรับโครงการเรียนล่วงหน้า 2. เข้าถึงได้จาก <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry2/>.
- สุนทร พรเจริญ. (2557). จลนศาสตร์เคมี (*Chemical kinetics*). เข้าถึงได้จาก <https://nitsara14.files.wordpress.com/2014/12/kinetic.doc>.
- สุเชษฐ์ สมุทเสนีโต. (2551). Product Characterization Using Moisture Sorption Isotherm. เอกสารประกอบการสัมมนาบริษัท จาร์พา เทคโนโลยี จำกัด.





วิธีคำนวณอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ด้วยสมการ Q_{10}

จากการคำนวณพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยามีค่าเท่ากับ $3.449448 \text{ KJ mole}^{-1}$ และเมื่อนำ Q_{10} มาใช้ในการทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha โดยใช้สมการ

$$Q_{10} = \frac{\text{Rate at temperature (T)}}{\text{Rate at temperature (T + 10)}} = \frac{\theta_T}{\theta_{T+10}}$$

จะได้ว่า

$$Q_{10} = \frac{k_{30}}{k_{40}} = \frac{0.0935}{0.0969} = 0.9649$$

คำนวณหา Q_1 ด้วยสมการ $Q_1 = Q_{10}^{0.1}$ จะได้ว่า

$$Q_1 = 0.9649^{0.1} = 1.01005$$

ดังนั้น $Q_1 = 1.01005$ จากนั้นทำนายอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิอื่นๆ โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$Q^{\Delta T} = \frac{\theta_T}{\theta_{T+\Delta T}}$$

เนื่องจากการทดลองผลิตภัณฑ์เก็บไว้ที่ 40°C มีอายุการเก็บรักษา 28 วัน ดังนั้นที่อุณหภูมิ 35°C ผลิตภัณฑ์จะมีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ

$$Q_1^{40-35} = 1.01005^5 = \frac{\theta_{35}}{\theta_{40}} = \frac{\theta_{35}}{28}$$

$$\theta_{35} = 1.01005^5 \times 28 = 29.435566$$

คำนวณหาอายุการเก็บรักษาที่ 30°C (θ_{30})

$$Q_1^{40-30} = 1.01005^{10} = \frac{\theta_{30}}{\theta_{40}} = \frac{\theta_{30}}{28}$$

$$\theta_{30} = 1.01005^{10} \times 28 = 30.94473452$$

คำนวณหาอายุการเก็บรักษาที่ 25°C (θ_{25})

$$Q_1^{40-25} = 1.01005^{15} = \frac{\theta_{25}}{\theta_{40}} = \frac{\theta_{25}}{28}$$

$$\theta_{25} = 1.01005^{15} \times 28 = 32.531278$$

คำนวณหาอายุการเก็บรักษาที่ 20°C (θ_{20})

$$Q_1^{40-20} = 1.01005^{20} = \frac{\theta_{20}}{\theta_{40}} = \frac{\theta_{20}}{28}$$

$$\theta_{20} = 1.01005^{20} \times 28 = 34.199164$$



Equilibrium Relative Humidity Saturated Salt Solutions



Saturated Salt Solutions

A very convenient method to calibrate humidity sensors is the use of saturated salt solutions. At any temperature, the concentration of a saturated solution is fixed and does not have to be determined. By providing excess solute, the solution will remain saturated even in the presence of modest moisture sources and sinks. When the solute is a solid in the pure phase, it is easy to determine that there is saturation.

The saturated salt solution, made up as a slushy mixture with distilled water and chemically pure salt, is enclosed in a sealed metal or a glass chamber. Wexler and Hasegawa measured the humidity in the atmosphere above eight saturated salt solutions for ambient temperatures 0 to 50°C using a dew-point hygrometer. Later, Greenspan compiled, from the literature, data on 28 saturated salt solutions to cover the entire range of relative humidity. Using a data base from 21 separate investigations comprising 1106 individual measurements, fits were made by the method of least squares to regular polynomial equations to obtain the "best" value of relative humidity in air as a function of temperature. These values are summarized in the table shown.

Temperature °C	Relative Humidity (%RH)		
	Lithium Chloride	Potassium Acetate	Magnesium Chloride
0	11.23 ± 0.54		33.66 ± 0.33
5	11.26 ± 0.47		33.60 ± 0.28
10	11.29 ± 0.41	23.28 ± 0.53	33.47 ± 0.24
15	11.30 ± 0.35	23.40 ± 0.32	33.30 ± 0.21
20	11.31 ± 0.31	23.11 ± 0.25	33.07 ± 0.18
25	11.30 ± 0.27	22.51 ± 0.32	32.78 ± 0.16
30	11.28 ± 0.24	21.61 ± 0.53	32.44 ± 0.14
35	11.25 ± 0.22		32.05 ± 0.13
40	11.21 ± 0.21		31.60 ± 0.13
45	11.16 ± 0.21		31.10 ± 0.13
50	11.10 ± 0.22		30.54 ± 0.13
55	11.03 ± 0.23		29.93 ± 0.16
60	10.95 ± 0.26		29.26 ± 0.18
65	10.86 ± 0.29		28.54 ± 0.21
70	10.75 ± 0.33		27.77 ± 0.25
75	10.64 ± 0.38		26.94 ± 0.29
80	10.51 ± 0.44		26.05 ± 0.34
85	10.38 ± 0.51		25.11 ± 0.39
90	10.23 ± 0.59		24.12 ± 0.46
95	10.07 ± 0.67		23.07 ± 0.52
100	9.90 ± 0.77		21.97 ± 0.60

Temperature °C	Relative Humidity (%RH)					
	Potassium Carbonate	Magnesium Nitrate	Sodium Chloride	Potassium Chloride	Potassium Nitrate	Potassium Sulfate
0	43.13 ± 0.66	60.35 ± 0.55	75.51 ± 0.34	88.61 ± 0.53	96.33 ± 2.9	98.77 ± 1.1
5	43.13 ± 0.50	58.86 ± 0.43	75.65 ± 0.27	87.67 ± 0.45	96.27 ± 2.1	98.48 ± 0.91
10	43.14 ± 0.39	57.36 ± 0.33	75.67 ± 0.22	86.77 ± 0.39	95.96 ± 1.4	98.18 ± 0.76
15	43.15 ± 0.33	55.87 ± 0.27	75.61 ± 0.18	85.92 ± 0.33	95.41 ± 0.96	97.89 ± 0.63
20	43.16 ± 0.33	54.38 ± 0.23	75.47 ± 0.14	85.11 ± 0.29	94.62 ± 0.66	97.59 ± 0.53
25	43.16 ± 0.39	52.89 ± 0.22	75.29 ± 0.12	84.34 ± 0.26	93.58 ± 0.55	97.30 ± 0.45
30	43.17 ± 0.50	51.40 ± 0.24	75.09 ± 0.11	83.62 ± 0.25	92.31 ± 0.60	97.00 ± 0.40
35		49.91 ± 0.29	74.87 ± 0.12	82.95 ± 0.25	90.79 ± 0.83	96.71 ± 0.38
40		48.42 ± 0.37	74.68 ± 0.13	82.32 ± 0.25	89.03 ± 1.2	96.41 ± 0.38
45		46.93 ± 0.47	74.52 ± 0.16	81.74 ± 0.28	87.03 ± 1.8	96.12 ± 0.40
50		45.44 ± 0.60	74.43 ± 0.19	81.20 ± 0.31	84.78 ± 2.5	95.82 ± 0.45
55			74.41 ± 0.24	80.70 ± 0.35		
60			74.50 ± 0.30	80.25 ± 0.41		
65			74.71 ± 0.37	79.85 ± 0.48		
70			75.06 ± 0.45	79.49 ± 0.57		
75			75.58 ± 0.55	79.17 ± 0.66		
80			76.29 ± 0.65	78.90 ± 0.77		
85				78.68 ± 0.89		
90				78.50 ± 1.0		
95						
100						



ภาคผนวก ข
รูปภาพผลิตภัณฑ์ BBQ Sriracha

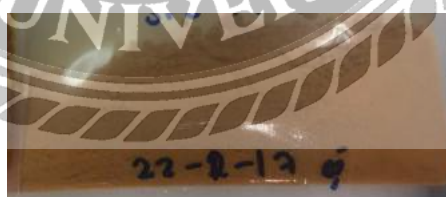
รูปภาพสินค้าที่ใช้ในการศึกษาทดลอง



รูปที่ ข.1 ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส BBQ Sriracha หลังการผลิต (วันที่ 0)

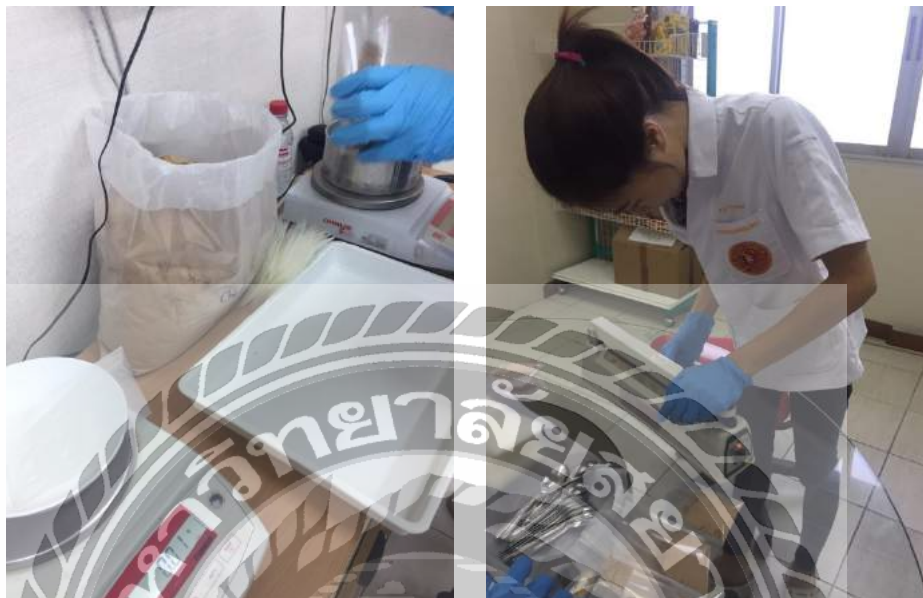


รูปที่ ข.2 ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30°C



รูปที่ ข.3 ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส BBQ Sriracha ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10°C

รูปภาพขณะปฏิบัติงาน



การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงไนลอน



การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์



การนำเสนอโครงงานสหกิจศึกษา

ประวัติผู้จัดทำ

รหัสนักศึกษา 570470028

ชื่อ-นามสกุล จิตติประภา พรหมดี

คณะ วิทยาศาสตร์

สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร

ที่อยู่ ตึก L ห้อง 920-921 ซ.หนองใหญ่ ถ.สุขาภิบาล 1 แขวงบางแค
เขตบางแค จ.กรุงเทพฯ 10160

ผลงาน การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสบาร์บีคิว

