



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลา

Shelf Life Evaluation of Masala Seasoning Powder

นางสาวขวัญฤทัย กิ่วไธสง รหัส 5804700009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา สหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

หัวข้อโครงการ	การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลา (Shelf Life Evaluation of Masala Seasoning Powder)
รายชื่อผู้จัดทำ	นางสาวขวัญฤทัย กิวไรสง
ภาควิชา	เทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ณฐมล จินดาพรรณ

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ณฐมล จินดาพรรณ.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ณฐมล จินดาพรรณ)

.....[Signature].....กรรมการกลาง
(ผศ.ดร.กาญจนา มหัทธนะ)

.....[Signature].....พนักงานที่ปรึกษา
(นายธนากรณ์ เชื้อวงษ์ดี)

.....[Signature].....ผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผศ. ดร.มารุจ ลิ้มปะวันนะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 24 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ดร. ณัฐมล จินดาพรรณ

ตามที่คุณจัดทำ นางสาวขวัญฤทัย กิ่งไธสง นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในระหว่างวันที่ 15 พฤษภาคม 2561 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2561 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน ณ บริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ต จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสผง”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ขวัญฤทัย กิ่งไธสง

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ต จำกัด ตั้งแต่วันที่ 15 พฤษภาคม 2561 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2561 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย ขอขอบคุณบุคคลสำคัญจากหลายฝ่าย ที่ช่วยทำให้รายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ ดังรายนามต่อไปนี้

1. คุณ สมบัติ วิจิตรมูข ตำแหน่ง ผู้อำนวยการทางเทคนิค
2. คุณ นัยนา สารสุวรรณ ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายการตลาด
3. คุณ ธนากรณ เชื้อวงษ์ดี ตำแหน่ง พนักงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

และรวมถึงบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งมีส่วนช่วยให้คำแนะนำ ให้ข้อมูล และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการสหกิจศึกษา ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง นอกจากนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยามทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา ตลอดจนการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

ขวัญฤทัย ก้าวไธสง

(24/10/2561)

บทคัดย่อภาษาไทย

ชื่อโครงการ : การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลา
 ชื่อนักศึกษา : นางสาวขวัญฤทัย ก้าวไธสง
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ณัฐมล จินดาพรรณ
 ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี
 ภาควิชา : เทคโนโลยีการอาหาร
 คณะ : วิทยาศาสตร์
 ภาควิชาการศึกษา/ปีการศึกษา : 3 /2560

บทคัดย่อ

มาซาลาเป็นผงปรุงรสชนิดหนึ่ง ผลิตมาจากเครื่องเทศหลากหลายชนิดผสมรวมกัน ใช้สำหรับเพิ่มกลิ่นและรสชาติของอาหาร อายุการเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลาทางการค้าโดยส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับบรรจุภัณฑ์ที่ใช้และองค์ประกอบของมาซาลา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลาซึ่งบรรจุในถุงไนลอน โดยทดลองเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลาจำนวน 2 สูตร ได้แก่ สูตรดั้งเดิม (ควบคุม) และสูตรวีวอกซ์ (เดิมสารสกัดจากโรสแมรี่) ในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) และติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น วอเตอร์แอกติวิตี ความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี ค่าเพอร์ออกไซด์ ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทริก รวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 1 สัปดาห์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ร่วมกับกฎของคิวเทน (Q_{10}) จากผลการทดลอง พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของมาซาลาทั้งสองสูตรมีแนวโน้มลดลง ขณะที่ปริมาณความชื้น ค่าเพอร์ออกไซด์ และค่าความแตกต่างของสีทั้งหมด (ΔE^*) ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาอย่างสอดคล้องกับจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ จากการคำนวณหาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 °C พบว่ามาซาลาสูตรควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 2.33 เดือน และสูตรวีวอกซ์มีอายุการเก็บรักษา 2.42 เดือน สรุปว่าการเติมสารสกัดจากโรสแมรี่ช่วยปรับปรุงอายุการเก็บรักษาของมาซาลาได้เล็กน้อย

คำสำคัญ : คิวเทน / จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยา / ไนลอน

ผู้ตรวจ

.....

Abstract

Project Title : Shelf Life Evaluation of Masala Seasoning Powder

By : Khwuanruethai Kiwthaisong

Advisor : Dr. Nathamol Chindapan

Degree : Bachelor of Science

Major : Food Technology

Faculty : Science

Semester / Academic year : 3 /2017

Abstract

Masala is a seasoning powder, which is produced from mixing several herbs that can help improve original aroma and flavor of food. Shelf life of commercial masala mostly depends on packaging used and its compositions. The aim of this work was to evaluate the shelf life of commercial masala powder packed in nylon sachets. The experiment was conducted by the storage of two formulated masala types such as original (Control) and rosemary-based formulas (Vivox) in an incubator at 40 °C (RH 74.68%) and 50 °C (RH 74.43%). Then, changes in moisture content, water activity, pH, color, peroxide value and thiobarbituric acid value as well as sensory evaluation were monitored every week. The obtained information was used for the evaluation of their shelf life using theory of zero-order reaction kinetics with Q10 role. The results showed that pH levels of both masalas tended to decrease, while their moisture content, peroxide value and ΔE^* tended to increase with an increase in storage temperature and time, according to zero-order reaction kinetics. From the shelf life evaluation at 30 °C, the original formula (control) had a shelf life of 2.33 months, and the rosemary-based formula (Vivox) had a shelf life of 2.42 months. It was concluded that the shelf life of masala was slightly improved by the addition of rosemary extract.

Keywords : Q10 role / Reaction kinetics / Nylon

Approved by



สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่ค่านักศึกษาจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 มาซาลา (Masala)	3
2.2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอาหาร.....	3
2.3 การประเมินอายุการเก็บรักษาอาหาร.....	4
2.4 การประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ ร่วมกับกฎของ Q10.....	4
บทที่ 3 รายละเอียดและการปฏิบัติงาน.....	6
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ.....	6
3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร.....	6
3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานองค์กร.....	7
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย.....	9
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา.....	9
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน.....	9
3.7 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้.....	9
3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	11
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....	13
4.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของมาซาลา (Masala) ระหว่างเก็บรักษา.....	13
4.2 ผลการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลา โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q10.....	21

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	23
บรรณานุกรม.....	24
ภาคผนวก ก.....	25
ภาคผนวก ข.....	28
ภาคผนวก ค.....	29
ภาคผนวก ง.....	33
ประวัติผู้จัดทำ.....	36



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 ค่า Zero order rate constant (k) และ Q_{10} ของการเปลี่ยนแปลง สมบัติทางเคมี-กายภาพบางประการของมาซาลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	22
ตารางที่ 4.2 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ได้จากการทำนายอายุการเก็บรักษา.....	22



สารบัญภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์มาซาลา (Masala).....	2
รูปที่ 3.1 แผนที่บริษัท ไมท์ดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด.....	6
รูปที่ 3.2 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไมท์ดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด.....	7
รูปที่ 3.3 แผนผังการจัดองค์กรของบริษัท ไมท์ดี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด.....	8
รูปที่ 3.4 ถุงไนลอนที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์มาซาลา (Masala).....	12
รูปที่ 4.1 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของ มาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	13
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity) ของมาซาลา ทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	14
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงค่าเพอร์ออกไซด์ของ มาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	15
รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid value) ของ มาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	16
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	17
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (ΔE^*) ของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	18
รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ (Appearance) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	19
รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงสี (Color) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	20
รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงกลิ่น (Aroma) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	20
รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงรส (Taste) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง.....	21

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล จำกัด เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสอาหารชนิดแห้ง รวมทั้งผลิตภัณฑ์ Dried mix ชนิดต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงผงปรุงรสมาซาลา (Masala) ซึ่งผลิตตามความต้องการของลูกค้าด้วย เดิมบริษัทใช้ถุงอลูมิเนียมฟอยล์สำหรับบรรจุผงปรุงรสมาซาลา ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน เนื่องจากถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์เป็นวัสดุที่ป้องกันความชื้นและแสงได้ดีมาก แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการคุณภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ด้วย ดังนั้นบริษัทจึงต้องการใช้ถุงไนลอนซึ่งมีราคาถูกกว่ามาทดแทนถุงอลูมิเนียมฟอยล์ แต่ด้วยข้อจำกัดของถุงไนลอนอาจทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์มาซาลาลดลงในระหว่างการเก็บรักษาได้ เนื่องจากความชื้น ความร้อน และ แสง จนทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่บริษัทโดยคำนึงถึงความคุ้มค่าในอนาคต ผู้ผลิตจำเป็นต้องทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาซาลาที่บรรจุโดยใช้ถุงไนลอนระหว่างการเก็บรักษา เพื่อนำไปใช้ประเมินและกำหนดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มาซาลาอย่างถูกต้อง รวมทั้งเป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำคำแนะนำให้แก่ลูกค้าว่าควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อย่างไร

ดังนั้น ผู้วิจัยซึ่งเป็นนักศึกษาปฏิบัติงานในแผนกพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล จำกัด จึงสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาซาลาซึ่งบรรจุในถุงไนลอน ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง และประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของคิวเทน (Q_{10})

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาซาลาซึ่งบรรจุในถุงไนลอน ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง
2. เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาซึ่งบรรจุในถุงไนลอน โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับคิวเทน (Q_{10})

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาซาลา ซึ่งบรรจุในถุงไนลอน จำนวน 2 สูตร ได้แก่ สูตรดั้งเดิม (เรียกว่า control) และสูตรที่มีการผสมด้วย Rosemary (เรียกว่า Vivox) ระหว่างเก็บรักษาในสภาวะเร่ง (40 °C, RH 74.68% และ 50 °C, RH 74.43%) โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่าออกซิเจนแอคทีวิตี (Water activity) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าสี ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PV) ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทริก (Thiobarbituric acid, TBA) และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 1 สัปดาห์

2. ประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มาซาลาที่อุณหภูมิห้องโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ (Kinetic model) ปฏิกริยาอันดับศูนย์ร่วมกับกฎของคิวเทน (Q_{10})

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ข้อมูลสำหรับใช้กำหนดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มาซาลาที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจัดทำคำแนะนำเกี่ยวกับการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมให้แก่ลูกค้า

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่านักศึกษาจะได้รับ

ได้รับความรู้และประสบการณ์จริงในการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารประเภท ผงปรุงรสชนิดแห้ง รวมทั้งได้เรียนรู้การทำงานจริงในสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหาร

บทที่ 2

การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาซาลา (Masala)

มาซาลา (Masala) เป็นเครื่องปรุงรสชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นผงละเอียด ใช้ในการปรุงอาหารของประชาชนที่อาศัยในแถบเอเชียใต้โดยเฉพาะประเทศอินเดีย ใช้สำหรับเพิ่มกลิ่นและรสชาติของอาหาร ผลิตมาจากเครื่องเทศหลากหลายชนิดผสมรวมกัน เช่น ลูกผักชี กานพลู อบเชย ยี่หระ ลูกจันทน์ พริกไทย มีสีเหลืองจนถึงน้ำตาลอ่อน และมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตามสูตรของแต่ละสำนัก อย่างไรก็ตามคุณภาพของผงปรุงรสมาซาลาอาจเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเก็บรักษา ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและองค์ประกอบของมาซาลา



รูปที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์มาซาลา (Masala)

2.2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอาหาร

สาเหตุการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารมี 3 สาเหตุหลัก คือ การเจริญของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และปฏิกิริยาเคมี ที่เกิดขึ้นกับส่วนประกอบอาหาร โดยมีสภาพแวดล้อม ได้แก่ แสง อากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ เป็นต้น

ความสามารถในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารให้คงสภาพเหมือนหรือใกล้เคียงคุณภาพเดิมในระดับที่ผู้บริโภคยังยอมรับ เรียกว่า “คุณภาพในการเก็บ” ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันที่มีสูตรและกระบวนการผลิตแตกต่างกัน การเลือกใช้ภาชนะบรรจุต่างชนิดต่างคุณภาพกัน และการดูแลหลังการผลิตที่ต่างกัน มีผลทำให้คุณภาพในการเก็บผลิตภัณฑ์นั้นแตกต่างกันได้ ผู้ผลิตส่วนใหญ่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพในการเก็บรักษาสูง มีเปลี่ยนแปลงช้า เก็บได้นาน เพื่อให้สามารถเก็บรอจำหน่ายและวางจำหน่ายได้นาน ผู้ผลิตจึงจะต้องทราบคุณภาพการในเก็บรักษา เพื่อสามารถกำหนดอายุการเก็บ หรือระยะเวลาการวางจำหน่ายก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะเสื่อมคุณภาพ และให้ผู้ซื้อได้รับผลิตภัณฑ์ที่ยังมีคุณภาพตรงความต้องการ

2.3 การประเมินอายุการเก็บรักษาอาหาร

การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การเลือกสภาวะการเก็บรักษา การเลือกปฏิกิริยาหรือการเปลี่ยนแปลงที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ศึกษาอัตราเร็วของปฏิกิริยาหรือการเปลี่ยนแปลงที่เลือกไว้ภายใต้สภาวะที่กำหนด เช่น อุณหภูมิ ช่วงเวลา และที่สำคัญคือต้องกำหนดคุณภาพต่ำสุดของผลิตภัณฑ์ที่จะสามารถยอมรับได้ ซึ่งอาจใช้การประเมินทางประสาทสัมผัสที่ระบุการยอมรับ/ไม่ยอมรับต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น โดยทั่วไปการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารนิยมใช้มี 2 วิธี คือ

1. การทดสอบในสภาวะปกติ คือการเก็บผลิตภัณฑ์ทดสอบไว้ในสภาวะควบคุมปกติ โดยสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพเป็นระยะ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และทำการกำหนดอายุการเก็บตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งเป็นอายุของการเก็บผลิตภัณฑ์นั้น

2. การทดสอบในสภาวะเร่ง คือการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในสภาวะควบคุมที่สามารถเร่งการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ เช่น อุณหภูมิสูงกว่าปกติ ความเข้มข้นของออกซิเจนสูงกว่าปกติ เป็นต้น โดยสภาวะการเก็บเหล่านี้จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียเร็วขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบสั้นลง เพื่อนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลเป็นอายุการเก็บในสภาวะปกติ โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q_{10}

2.4 การประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q_{10}

โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหารหรือการเก็บรักษาสามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero-order reaction) และอันดับหนึ่ง (First-order reaction) ดังนี้

- (1) ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero-order reaction) คือปฏิกิริยาที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น การเพิ่มความเข้มข้นของสารเริ่มต้นจะไม่เพิ่มความเร็วของปฏิกิริยา และสามารถคำนวณค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero-order rate constant, k) ซึ่งมีหน่วยเป็น t^{-1} โดยใช้สมการ (2.1)

$$[A_t] = -kt + [A_0] \quad (2.1)$$

- (2) ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (First-order reaction) คือปฏิกิริยาที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาแปรผันตรงกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยา โดยความเร็วของปฏิกิริยาจะขึ้นกับความเข้มข้นและเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารที่ยังไม่ทำปฏิกิริยา และสามารถคำนวณค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (First-order rate constant, k) ซึ่งมีหน่วยเป็น t^{-1} โดยใช้สมการ (2.2)

$$\ln[A_t] = -kt + \ln[A_0] \quad (2.2)$$

หลังจากการศึกษาค้นคว้าและอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ณ อุณหภูมิที่เราสนใจ แล้ววิธีการหนึ่งที่นิยมใช้เพื่อคาดคะเนอายุการเก็บโดยใช้สภาวะเร่ง คือ การศึกษาสัดส่วนของอัตราเร็วของปฏิกิริยาการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารที่เกิดขึ้น เมื่ออุณหภูมิมีความแตกต่างกันทุก ๆ 10 °C หรือ Q_{10} ดังสมการ (2.3)

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1} \right)^{\frac{10}{T_2 - T_1}} \quad (2.3)$$

จากนั้นคำนวณหาอัตราการการบ่มในสภาวะเร่ง (A) และอายุการเก็บรักษา (Shelf life) ของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิการเก็บในสภาวะปกติโดยใช้สมการ (2.4) และ (2.5)

$$A = Q_{10}^{\left(\frac{T_e - T_a}{10} \right)} \quad (2.4)$$

$$\text{Shelf life} = A \times B \quad (2.5)$$

เมื่อ T_a คืออุณหภูมิการเก็บในสภาวะปกติ

T_e คืออุณหภูมิการเก็บในสภาวะเร่ง

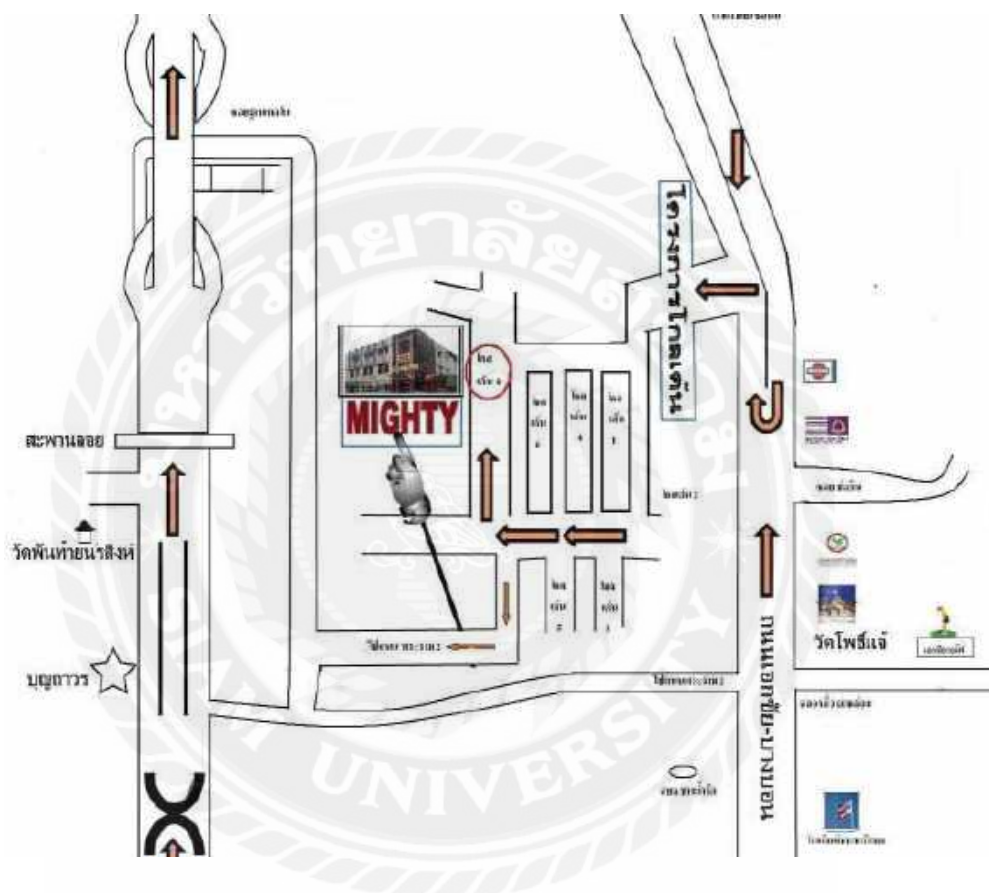
B คือช่วงเวลาการเก็บในสภาวะเร่ง

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 ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตอาหารและวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มีความเชี่ยวชาญในการผลิตผลิตภัณฑ์ Dried mix ชนิดต่าง ๆ เช่น เครื่องปรุงรสอาหารชนิดแห้งโดยใช้กระบวนการอบแห้งแบบลมร้อน (Air dry) การอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dry) และการอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dry) นอกจากนี้บริษัทฯ ยังประสบความสำเร็จและได้รับความน่าเชื่อถือจากลูกค้าในการรับผลิตอาหารภายใต้ตราสินค้าชั้นนำทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งเป็นผู้

บรรจุหีบห่ออาหาร (Packing) outsource และ subcontractor ในผลิตภัณฑ์ประเภท butter oil substitute, bakery ingredients, cultures and probiotics, gelatins and collagen peptides, herb and plant extracts, flavors and flavor enhancers

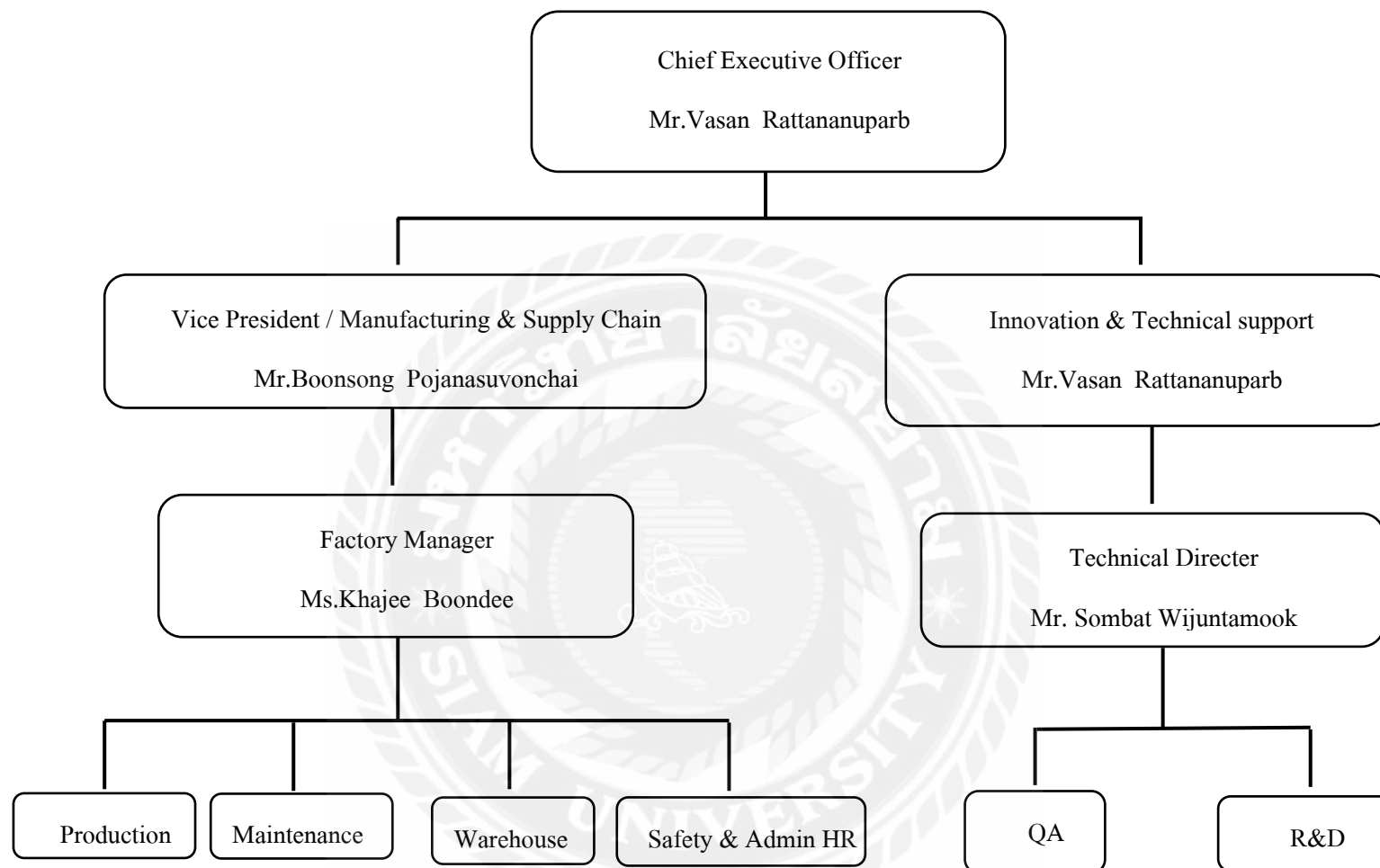
บริษัท ไมท์ตี้ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้รับการรับรองคุณภาพจากมาตรฐานที่สำคัญ อาทิ เช่น GMP (Good Manufacturing Practice), HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), HALA, ISO 9001:2008, Pas 220 และ FSSC 22000:2015 (Food Safety System Certification)



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 (ทำงาน 6 วัน : สัปดาห์ เฉลี่ยวันละ 8 ชม.)



รูปที่ 3.3 แผนผังการจัดองค์กรของบริษัท ไมท์ดี อินเทอร์เน็ตเคเบิล จำกัด

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานอยู่ในส่วนของแผนกพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้รับมอบหมายให้ศึกษาอายุการเก็บผงปรุงรสมาชงในสถานะเร่ง เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

คุณธนกรณ์ เชื้อวงษ์ดี

ตำแหน่ง : นักวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ แผนกงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

16 สัปดาห์ (15 พฤษภาคม 2561 ถึง 31 สิงหาคม 2561)

3.7 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

3.7.1 เครื่องมือ

- | | |
|---|--|
| 1. เครื่องปั่น (Blender) | ยี่ห้อ Tefal รุ่น BL-3071 ประเทศไทย |
| 2. เครื่องวัดสี (Colorimeter) | ยี่ห้อ Color Flex รุ่น 45/0 ประเทศสหรัฐอเมริกา |
| 3. เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity meter) | ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น Series 3 TE ประเทศสหรัฐอเมริกา |
| 4. เครื่องกลั่น (Distillation unit) | ยี่ห้อ Buchi รุ่น K-314 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ |
| 5. เตาให้ความร้อน (Hot plate) | ยี่ห้อ Ika รุ่น C-MAG HS7 ประเทศไทย |
| 6. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง | ยี่ห้อ Metter รุ่น AE-200 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ |
| 7. pH meter | ยี่ห้อ Eutech Instruments รุ่น 12-CHM-3206
ประเทศมาเลเซีย |
| 8. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) | ยี่ห้อ Thermo scientific รุ่น Genesys 20 ประเทศสหรัฐอเมริกา |
| 9. เครื่องผสม (Vortex mixer) | ยี่ห้อ Wisemix รุ่น VM-10 ประเทศเกาหลี |
| 10. ตู้อบ (Hot air oven) | ยี่ห้อ Memmert รุ่น UN55 ประเทศเยอรมัน |
| 11. ตู้บ่ม (Incubator) | ยี่ห้อ Memmert รุ่น BM-600 ประเทศเยอรมัน |
| 12. ตู้บ่ม (Incubator) | ยี่ห้อ Binder รุ่น RI 53 L ประเทศสเปน |
| 13. เตาหลุมให้ความร้อน (Heating mantle) | ยี่ห้อ LabHeat รุ่น KM-MER ประเทศไทย |

3.7.2 วัสดุ

1. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50, 100, 250, 600 และ 1000 มิลลิลิตร
2. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50, 100, 500 และ 1000 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง (Graduated cylinder) ขนาด 50, 100, 250 และ 500 มิลลิลิตร
4. ขวดก้นกลม (Round bottom flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร
5. บิวเรต (Burette)
6. ขวดรูปชมพู่ (Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
7. หลอดทดลอง (Test tube)
8. ที่ใส่หลอดทดลอง (Rack)
9. ลูกยางดูดปิเปต (Rubber bulb)
10. ช้อนตักสาร (Spatula)
11. แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod)
12. หลอดหยดสาร (Dropper tube)
13. กระบอกน้ำกลั่น (Wash bottle)
14. ปิเปต (Pipet) ขนาด 1,5 และ 10 มิลลิลิตร
15. ขาตั้ง (Base and stand)
16. แคลมป์จับ (Clamp)
17. Condenser clamp
18. Boss head
19. Thimble
20. โถดูดความชื้น (Desiccator)
21. หลอดกลั่น (Buchi)
22. Condenser
23. Soxhlet extractor
24. กระดาษ Whatman® No 4
25. Moisture can

3.7.3 สารเคมี

1. Hydrochloric acid
2. Acetic Acid
3. 2 – Thiobarbituric acid
4. Petroleum ether

5. Starch solution
6. Sodium thiosulfate
7. Potassium iodide
8. Chloroform
9. Sodium chloride

3.8 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.8.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาซาลา

บรรจุผงปรุงรสมาซาลาทั้งสูตรดั้งเดิม (Control) และสูตรที่ผสม rosemary (Vivox) ลงในถุงไนลอนขนาด 8×12 ซม. (รูปที่ 3.4) จำนวน 20 กรัม/ซอง จากนั้นจัดเรียงลงบนตะแกรงภายในกล่องซึ่งวางสารละลายโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัวไว้ชั้นล่าง ปิดกล่องให้สนิทและนำไปเก็บรักษาในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) จากนั้นทุก ๆ 7 วัน ทำการสุ่มตัวอย่างออกมาเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี-กายภาพ และประสาทสัมผัส ดังรายการต่อไปนี้

- (1) การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH) แสดงดังภาคผนวก ก.1
- (2) การวิเคราะห์ water activity แสดงดังภาคผนวก ก.2
- (3) การวิเคราะห์ค่าสี แสดงดังภาคผนวก ก.3
- (4) การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น แสดงดังภาคผนวก ก.4
- (5) การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PV) แสดงดังภาคผนวก ก. 5
- (6) การวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid value, TBA value) แสดงดังภาคผนวก ก. 6
- (7) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังภาคผนวก ก. 7



รูปที่ 3.4 ถุงไนลอนที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์มาซาลา (Masala)

3.8.2 การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q_{10}

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.8.1 มาพลอตกราฟเพื่อแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพของมาซาลาที่เวลาและอุณหภูมิต่าง ๆ จากนั้นทำนายอายุการเก็บรักษาของมาซาลาแต่ละสูตรดังขั้นตอนต่อไปนี้

- (1) สร้างแบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model) ที่สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์มาซาลา ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ โดยใช้ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ ดังนี้

$$[A] - [A]_0 = -k_0 t \quad (3.1)$$

- (2) คำนวณหาค่า Q_{10} จาก Zero-order rate constant (k) ของแบบจำลองจลนพลศาสตร์ที่ใช้ทำนายการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์มาซาลา ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน 10 องศาเซลเซียส ดังนี้

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1} \right)^{\frac{10}{T_2 - T_1}} \quad (3.2)$$

- (3) คำนวณหาค่าอัตราการบ่มในสภาวะเร่ง (A) และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลา โดยใช้สมการดังนี้

$$A = Q_{10}^{\left(\frac{T_e - T_a}{10} \right)} \quad (3.3)$$

เมื่อ T_a คืออุณหภูมิการเก็บในสภาวะปกติ และ T_e คืออุณหภูมิการเก็บในสภาวะเร่ง จากนั้นคำนวณหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาที่อุณหภูมิการเก็บปกติจากสมการ ดังนี้

$$\text{Shelf life of masala} = A \times B \quad (3.4)$$

เมื่อ B คือช่วงเวลาการเก็บในสภาวะเร่ง

บทที่ 4

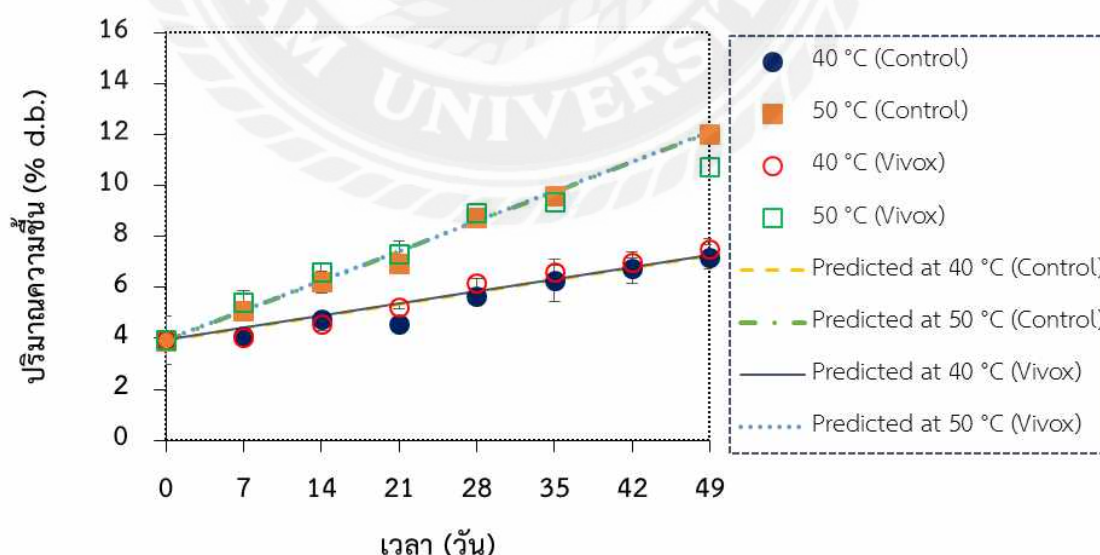
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพและประสาทสัมผัสของมาซาลา (Masala) ระหว่างเก็บรักษา

4.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น

จากรูป 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของมาซาลาสูตร control และสูตร vivox ที่บรรจุในถุงไนลอน ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) เป็นเวลา 49 วัน พบว่ามาซาลาทั้งสองสูตรมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ พบว่ามาซาลาซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 °C มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นสูงกว่ามาซาลาซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C อย่างไรก็ดีตาม มาซาลาทั้งสองสูตรมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นไม่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาผลการทำนายการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของมาซาลาทั้งสองสูตรโดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์อันดับศูนย์ พบว่าแบบจำลองนี้สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นของมาซาลาได้ดีมาก โดยค่า R^2 ของมาซาลาสูตรควบคุม (Control) ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9582, ที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.9955 และค่า R^2 ของมาซาลาสูตร Vivox ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9806 และที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.9729 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในผงปรุงรสมาซาลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง

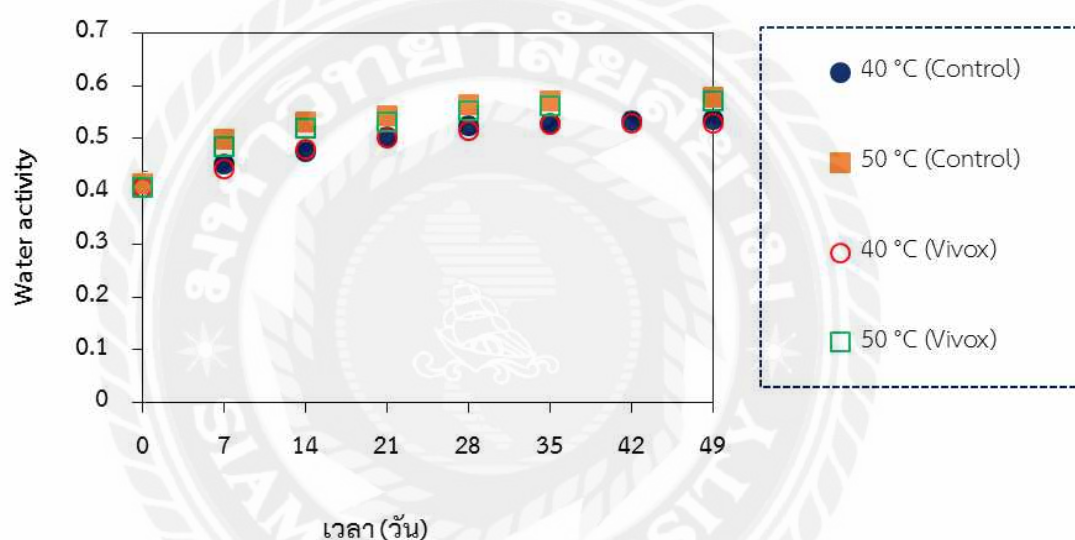


รูปที่ 4.1 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity)

จากรูป 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity) ของมาซาลาสูตร control และสูตร vivox ที่บรรจุในถุงไนลอนระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) เป็นเวลา 49 วัน มาซาลาทั้งสองสูตรมีค่า water activity เริ่มต้นประมาณ 0.4 และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเฉพาะที่ 50 °C อย่างไรก็ตาม ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของมาซาลาทั้งสองสูตรยังคงมีค่าต่ำกว่า 0.6 ตลอดระยะเวลา 49 วัน นอกจากนี้พบว่ามาซาลาทั้งสองสูตรมีอัตราการเพิ่มขึ้นของวอเตอร์แอกทิวิตีไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น

อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของมาซาลาทั้งสองสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเส้นตรง จึงไม่สามารถทำนายได้โดยใช้แบบจำลองจลนพลศาสตร์อันดับศูนย์



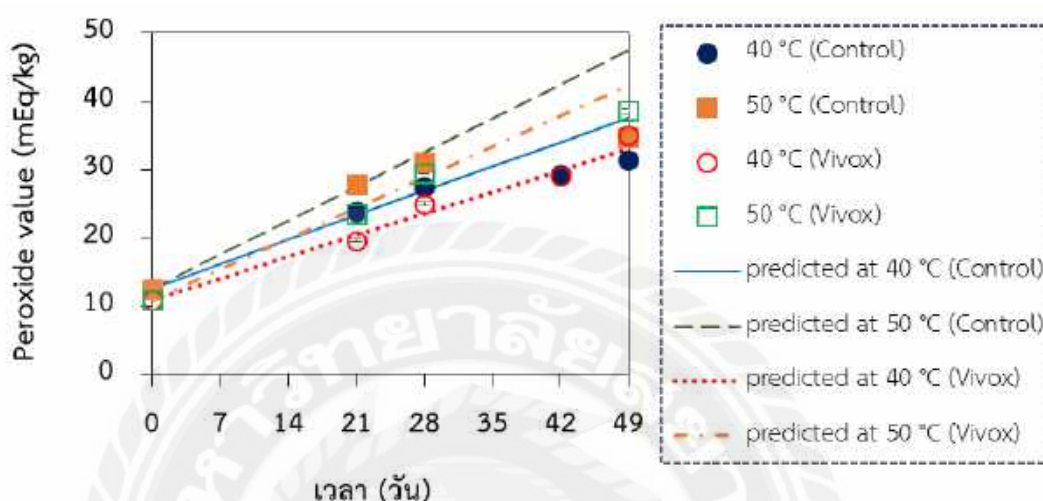
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity) ของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PV)

จากรูป 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) ของมาซาลาสูตร control และสูตร vivox ที่บรรจุในถุงไนลอนระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) เป็นเวลา 49 วัน พบว่า ค่าเปอร์ออกไซด์ของมาซาลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บรักษา โดยเฉพาะที่ 50 °C นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาในช่วง 28 วันแรก พบว่ามาซาลาสูตร vivox มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าสูตรควบคุม ทั้งที่อุณหภูมิ 40 °C และ 50 °C

เมื่อพิจารณาผลการทำนาย พบว่าแบบจำลองจลนพลศาสตร์ อันดับศูนย์สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ของมาซาลาได้ถูกต้องพอสมควรในช่วงการเก็บ 28 วัน โดยค่า R^2 ของ

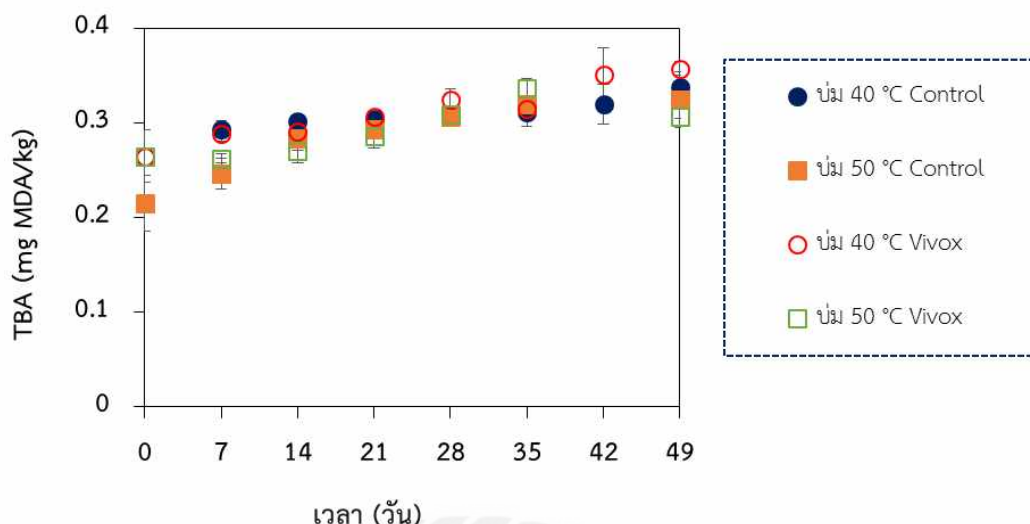
มาซาลาสูตรควบคุม (Control) ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9306, ที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.8796 และค่า R^2 ของมาซาลาสูตร Vivox ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9830 และที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.9869 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในผงปรงรสมาซาลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงค่าเพอร์ออกไซด์ของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง

4.1.4 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทริก (Thiobarbituric acid value, TBA value)

จากรูป 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทริก (TBA value) ของมาซาลาสูตร control และสูตร vivox ที่บรรจุในถุงไนลอนระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) เป็นเวลา 49 วัน พบว่าค่ากรดไทโอบาร์บิทริก (TBA value) ของมาซาลาทั้งสองสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บรักษา อีกทั้งไม่พบความแตกต่างของ TBA value ในมาซาลาซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C และ 50 °C รวมทั้งระหว่างสูตร control และ vivox ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทริกจึงไม่เหมาะสำหรับใช้ทำนายอายุการเก็บรักษาของมาซาลา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทริก (TBA value) ของมาซาลาทั้งสองสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเส้นตรง ดังนั้นการทดลองนี้จึงไม่มีการทำนายการเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทริก (TBA value) ของมาซาลาระหว่างเก็บรักษา

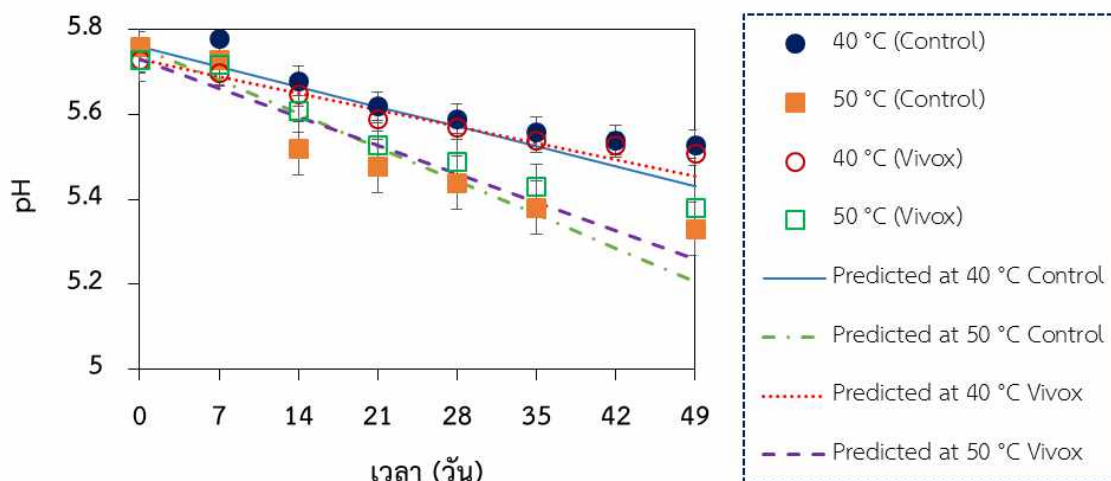


รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่ากรดไทโอบาร์บิทริก (Thiobarbituric acid value) ของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง

4.1.5 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากรูป 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมาซาลาสูตร control และสูตร vivox ที่บรรจุในถุงไนลอนระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) เป็นเวลา 49 วัน พบว่าค่า pH ของมาซาลามีแนวโน้มลดลงอย่างเป็นเส้นตรงระหว่างเก็บรักษา และมีอัตราสูงขึ้นตามอุณหภูมิเก็บรักษา นอกจากนี้พบว่ามาซาลาสูตร vivox มีอัตราการลดลงของ pH ต่ำกว่าสูตร control เล็กน้อย ที่อุณหภูมิ 40 °C

เมื่อพิจารณาผลการทำนายการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมาซาลาทั้งสองสูตรโดยใช้แบบจำลอง จลนพลศาสตร์อันดับศูนย์ พบว่าแบบจำลองนี้สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลง pH ของมาซาลาได้ดีมาก โดยค่า R^2 ของมาซาลาสูตรควบคุม (Control) ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9159, ที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.8859 และค่า R^2 ของมาซาลาสูตร Vivox ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9518 และที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.9501 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง pH ของผงปรุงรสมาซาลามีแนวโน้มลดลงแบบเป็นเส้นตรง

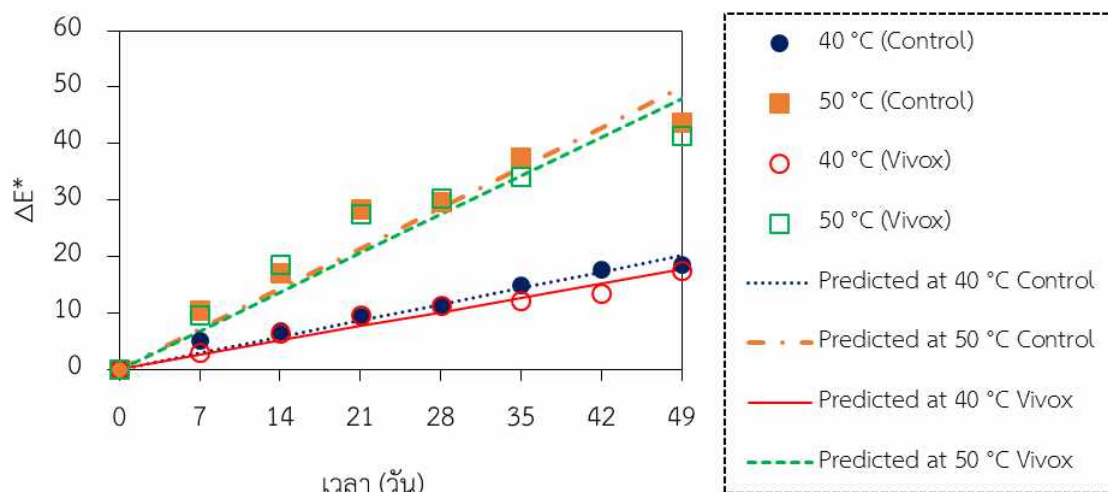


รูปที่ 4.5 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง

4.1.6 การเปลี่ยนแปลงของค่าสี (ΔE^*)

จากรูป 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (ΔE^*) ของมาซาลาสูตร control และสูตร vivox ที่บรรจุในถุงไนลอนระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (RH 74.68%) และ 50 °C (RH 74.43%) เป็นเวลา 49 วัน พบว่า ค่าสี (ΔE^*) ของมาซาลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บรักษาโดยเฉพาะที่ 50 °C นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาในช่วง 35 วันแรก พบว่ามาซาลาสูตร vivox มีค่าสีต่ำกว่าสูตร control ทั้งที่อุณหภูมิ 40 °C และ 50 °C

เมื่อพิจารณาผลการทำนาย พบว่าแบบจำลองจลนพลศาสตร์ อันดับศูนย์สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงค่าสี (ΔE^*) ของมาซาลาได้ถูกต้องพอสมควรในช่วงการเก็บ 35 วัน โดยค่า R^2 ของมาซาลาสูตรควบคุม (Control) ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9724, ที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.9389 และค่า R^2 ของมาซาลาสูตร vivox ที่อุณหภูมิ 40 °C มีค่าเท่ากับ 0.9610 และที่อุณหภูมิ 50 °C มีค่าเท่ากับ 0.9201 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในซองปรุงรสมาซาลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเป็นเส้นตรง



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองและการทำนายการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (ΔE^*) ของมาซาลาทั้งสูตร control และสูตร vivox ระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง

4.1.7 การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส

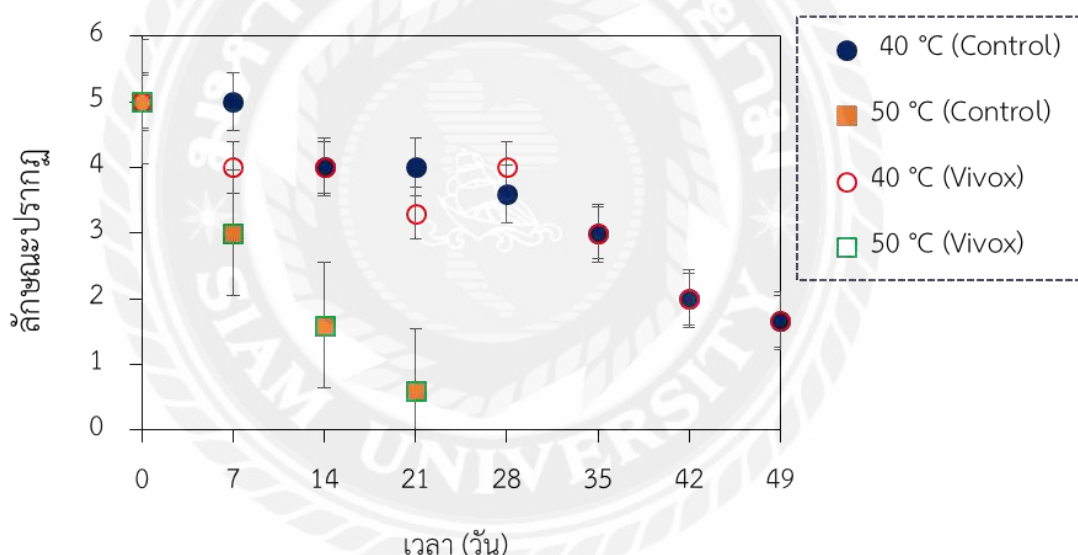
รูปที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง พบว่าลักษณะปรากฏของมาซาลาในวันแรกได้คะแนนเฉลี่ยเต็ม 5 เนื่องจากมีลักษณะที่เป็นผงร่วน ไม่เกาะตัวกันเป็นก้อน เมื่อพิจารณาผลของอุณหภูมิ พบว่าลักษณะปรากฏของมาซาลาทั้งสูตรมีคะแนนลดลงอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 50 °C โดยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (2.5 คะแนน) หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน หากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C ลักษณะปรากฏของมาซาลาคงตัวอยู่ได้นานกว่า 35 วัน อย่างไรก็ตาม พบว่าการเติมสารสกัดจาก Rosemary ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของมาซาลาระหว่างเก็บรักษา

รูปที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง พบว่าสีของมาซาลาในวันแรกได้คะแนนเฉลี่ยเต็ม 5 เนื่องจากมีสีน้ำตาลแดงเป็นธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ ระหว่างเก็บรักษา มาซาลาเริ่มมีสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีสีคล้ำจนถึงดำ ทำให้มีคะแนนลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 50 °C ซึ่งพบว่ามาซาลามีคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างรวดเร็วและต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (2.5 คะแนน) หลังจากเก็บรักษาเพียง 21 วัน หากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C สีของมาซาลาคงตัวอยู่ได้นานถึง 35 วัน นอกจากนี้พบว่าการเติมสารสกัดจาก Rosemary ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของมาซาลาระหว่างเก็บรักษา

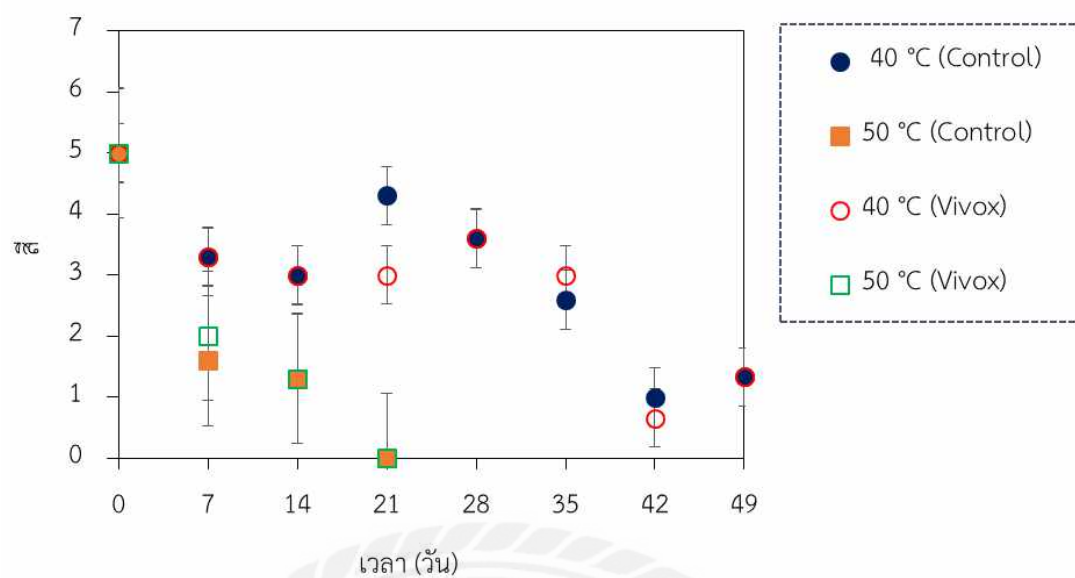
รูปที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง พบว่ากลิ่นของมาซาลาในวันแรกได้คะแนนเฉลี่ยเต็ม 5 เนื่องจากมีกลิ่นหอมของเครื่องเทศและไม่มีการเปลี่ยนแปลงกลิ่น พบว่ากลิ่นของมาซาลามีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยมีกลิ่นที่อ่อนลงจนกระทั่งกลิ่นหายไป และมีกลิ่นหืนเพิ่มเข้ามา

จากผลการทดลองพบว่ากลิ่นของมาซาลาซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 °C มีคะแนนลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 42 วัน ในขณะที่อุณหภูมิ 40 °C กลิ่นของมาซาลาคงอยู่ได้นานกว่า 35 วัน นอกจากนี้พบว่าการเติมสารสกัดจาก Rosemary ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของมาซาลาระหว่างเก็บรักษา

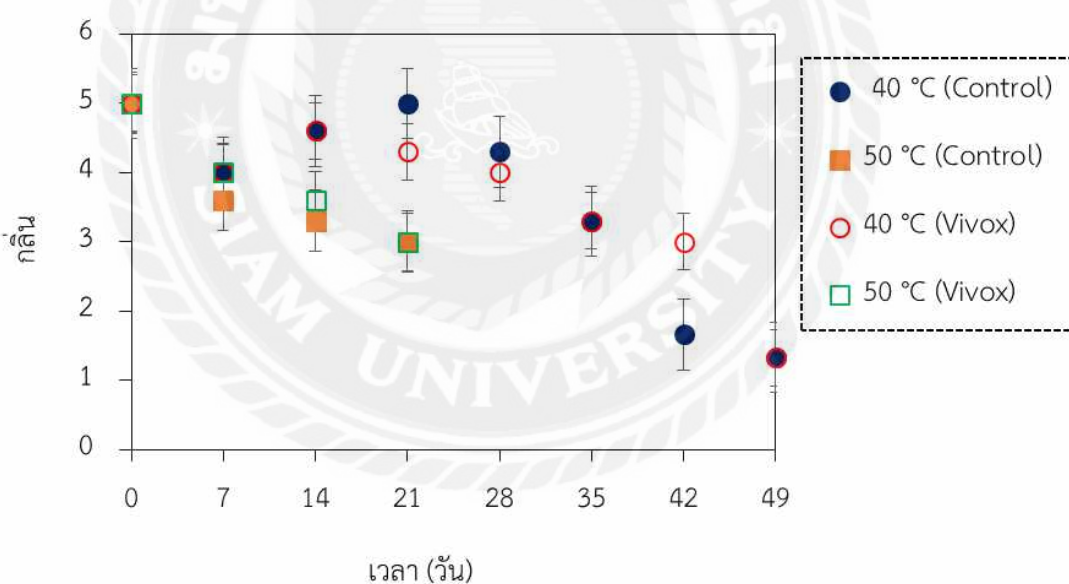
รูปที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงรสของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง พบว่ารสชาติของมาซาลาในวันแรกได้คะแนนเฉลี่ยเต็ม 5 ทั้งสองสูตร เนื่องจากมีรสเผ็ดนำ เค็ม เปรี้ยวเล็กน้อยและความกลมกล่อมเป็นธรรมชาติของมาซาลา อย่างไรก็ตาม พบว่ารสของมาซาลาเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น รสชาติของมาซาลาซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 °C มีคะแนนลดลงและต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อเก็บไว้เพียง 21 วัน หากเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 40 °C รสของมาซาลาคงตัวอยู่ได้นานถึง 35 วัน นอกจากนี้พบว่าการเติมสารสกัดจาก Rosemary ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรสของมาซาลาระหว่างเก็บรักษา



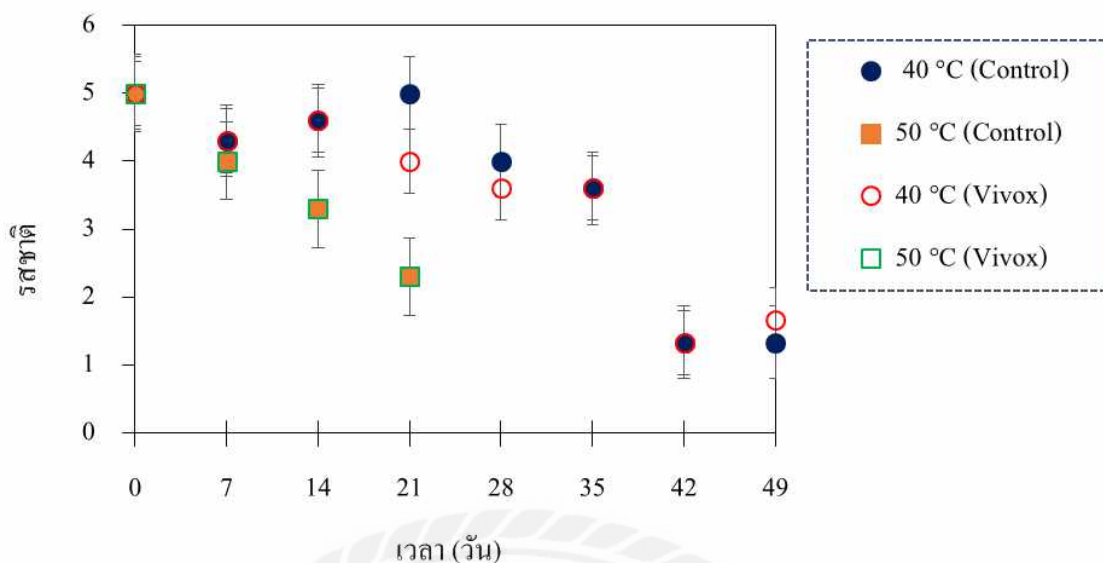
รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ (Appearance) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง



รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงสี (Color) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง



รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงกลิ่น (Aroma) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง



รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงรส (Taste) ของมาซาลาทั้งสูตร control และ vivox ในระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง

4.2 ผลการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q_{10}

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า Zero order rate constant (k) และ Q_{10} ของการเปลี่ยนแปลงความชื้น PV, pH และ ΔE^* ของมาซาลาที่อุณหภูมิ 40 °C และ 50 °C พบว่าค่า k ของการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ข้างต้นเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิในการเก็บรักษา นอกจากนี้ พบว่ามาซาลาสูตร vivox มีค่า k ของการเปลี่ยนแปลง PV, pH และ ΔE^* ต่ำกว่ามาซาลาสูตร control เล็กน้อย อย่างไรก็ตาม การลดลงดังกล่าวยังไม่สามารถชี้คุณภาพของมาซาลาได้อย่างมีนัยสำคัญ หากพิจารณาผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

นอกจากนี้ พบว่ามาซาลาสูตร control มีค่า Q_{10} สูงสุดเท่ากับ 2.48 ขณะที่มาซาลาสูตร vivox มีค่า Q_{10} สูงสุดเท่ากับ 2.70 ทั้งนี้ Q_{10} สูงสุดของทั้งสองสูตร คำนวณได้จากสัดส่วนของอัตราการเปลี่ยนแปลง ΔE^* ของผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C และ 50 °C นอกจากนี้ พบว่าค่า Q_{10} ต่ำที่สุดของมาซาลาทั้งสองสูตรคำนวณได้จากสัดส่วนของอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเพอร์ออกไซด์ โดยมีค่าเท่ากับ 1.39 สำหรับสูตร control และ 1.42 สำหรับสูตร vivox เนื่องจากค่า Q_{10} ที่คำนวณได้มีความแตกต่างกันระหว่างสมบัติต่าง ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าเฉลี่ยของ Q_{10} ของทุกตัวแปรทั้งหมดไปทำนายอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.1 ค่า Zero order rate constant (k) และ Q_{10} ของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพบางประการของมาซาลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

สมบัติทางเคมี-กายภาพ	Control			Vivox		
	k at 40 °C	k at 50 °C	Q_{10}	k at 40 °C	k at 50 °C	Q_{10}
ความชื้น	0.0680	0.1670	2.45	0.0680	0.1670	2.45
PV	0.5108	0.7105	1.39	0.4517	0.6417	1.42
pH	0.0067	0.0113	1.68	0.0056	0.0096	1.71
ΔE^*	0.4104	1.0197	2.48	0.3621	0.9775	2.70
ค่าเฉลี่ย			2.00			2.07

ตารางที่ 4.2 แสดงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ซึ่งได้จากการทำนาย พบว่าหากเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มาซาลาสูตร control ที่อุณหภูมิ 30 °C หรืออุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทย จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 2.33 เดือน ในขณะที่มาซาลาสูตร vivox เก็บรักษาได้นานกว่าเล็กน้อย (2.42 เดือน) กรณีเก็บรักษาที่อุณหภูมิลดลง 10 °C จะสามารถเก็บรักษามาซาลาได้ยาวนานขึ้น โดยพบว่าสูตร control จะมีอายุ 4.66 เดือน และมาซาลาสูตร vivox จะมีอายุ 5.00 เดือน ที่อุณหภูมิ 20 °C

ตารางที่ 4.2 อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ได้จากการทำนายอายุการเก็บรักษา

อุณหภูมิ (°C)	อายุการเก็บรักษา			
	วัน		เดือน	
	Control	Vivox	Control	Vivox
40	35*	35*	-	-
30	70	72.5	2.33	2.42
20	140	150	4.66	5.00

หมายเหตุ *วันหมดอายุที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี-กายภาพ และประสาทสัมผัสของผงปรุงรสมาซาลา ระหว่างการเก็บรักษาในสถานะแข็ง

จากการทดลองเก็บรักษามาซาลา (Masala) สูตรดั้งเดิม (Control) และสูตรที่ผสม rosemary (Vivox) ในถุงไนลอน ที่อุณหภูมิ 40 °C และ 50 °C เป็นเวลา 49 วัน พบว่าระหว่างการเก็บรักษา มาซาลาทั้งสองสูตรมีปริมาณความชื้น water activity ค่าเพอร์ออกไซด์ และ ΔE^* เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ค่า pH กลับลดลง เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างสูตร control และสูตร vivox จะเห็นได้ว่ามาซาลาสูตร control มีการเพิ่มขึ้นของค่า PV และการลดลงของค่า pH เร็วกว่าสูตร vivox อย่างชัดเจน แต่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น water activity และ ΔE^* ของทั้ง 2 สูตร ไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ามาซาลาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 50 °C มีคะแนนลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ 40 °C โดยเฉพาะลักษณะปรากฏและสี อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสูตร control และสูตร vivox

5.2 สรุปผลการประเมินอายุการเก็บรักษามังสวิรัติผงปรุงรสมาซาลาโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q_{10}

จากผลการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มาซาลาโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q_{10} พบว่ามาซาลาสูตร control มีอายุการเก็บรักษา 2.33 เดือน และสูตร vivox มีอายุการเก็บรักษา 2.42 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 °C กรณีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 °C มาซาลาสูตร control จะมีอายุเพิ่มขึ้นเป็น 4.66 เดือน ขณะที่สูตร vivox จะเก็บได้นานถึง 5.00 เดือน จึงสรุปได้ว่าการเติมสารสกัดจากโรสแมรี่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษามังสวิรัติผงปรุงรสมาซาลาได้เล็กน้อย

บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). การทดสอบหาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในสภาวะเร่ง. วันที่สืบค้น 29 สิงหาคม 2561, จาก <https://bsc.dip.go.th/th/category/quality-control/qs-foodage>
- คงวุฒิ นิรันตสุข. (2549). การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์. เข้าถึงได้จาก http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Kongwut_Niruntasuk/Fulltext.pdf
- คัชรินทร์ ศิริวงศ์. (ม.ป.ป.). จลนพลศาสตร์เคมี - ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น. วันที่สืบค้น 29 สิงหาคม 2561, จาก <http://chemsci.kku.ac.th/choosak/gen%20chem/Kinetics.pdf>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (ม.ป.ป.). การประเมินอายุการเก็บอาหาร. วันที่สืบค้น 29 สิงหาคม 2561, จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2982/shelf-life-evalutaion-of-food-การประเมินอายุการเก็บอาหาร>
- วิกิพีเดีย. (ม.ป.ป.). มาซาลา. วันที่สืบค้น 25 กันยายน 2561, จาก <https://th.wikipedia.org/wiki/มาซาลา>
- สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. (ม.ป.ป.). หลักการควบคุมคุณภาพ การประกันคุณภาพ และการจัดการคุณภาพอาหาร. วันที่สืบค้น 9 กันยายน 2561, จาก <https://docobook.com/download/-1-451e2e7dd2e4266bb0291b9e88f6fc7541844.ht ml>
- สมาคมนักศึกษาไทยเมืองปูणे ประเทศอินเดีย. (2555). มาซาลา (Masala). เข้าถึงได้จาก <https://learning.pune.org/2015/02/26/indian-masala/>

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส

ก.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ละลายตัวอย่างมาซาลา [30 : 150 (อัตราส่วนมาซาลาต่อน้ำกลั่น)] ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 mL จากนั้นนำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Eutech Instruments รุ่น 12-CHM-3206 ประเทศมาเลเซีย บันทึกค่า pH ของตัวอย่างมาซาลาที่อ่านได้

ก.2 การวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity)

ใส่ตัวอย่างมาซาลาลงในถ้วย Aqua Lab ประมาณครึ่งถ้วย แล้วนำไปวัด water activity โดยใช้ Water activity meter ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น Series 3 TE ประเทศสหรัฐอเมริกา บันทึก water activity ของตัวอย่างมาซาลาเมื่อตัวเลขที่แสดงผลคงที่

ก.3 การวัดค่าสีโดยใช้ Colorimeter

นำตัวอย่างมาซาลามาวัดสีตามระบบ CIE $L^* a^* b^*$ โดยใช้เครื่องวัดสี (ยี่ห้อ Color Flex รุ่น 45/0 ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยบรรจุตัวอย่างมาซาลาลงในถ้วยพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง โดยใช้จำนวนตัวอย่างที่มากพอสำหรับเกลี่ยให้เต็มพื้นที่ของกันถ้วย จากนั้นวางถ้วยซึ่งบรรจุตัวอย่างแล้วบน view benchtop ของเครื่องวัดสี วัดสีตัวอย่างโดยใช้แหล่งแสงมาตรฐาน D65 / 10° บันทึกค่าสีของตัวอย่างในเทอม $L^* a^*$ และ b^* (โดยที่ค่า L^* แสดงค่าความสว่างของสีซึ่งมีค่า 0-100 ที่ 0 แสดงถึง สีดำ และที่ 100 แสดงถึงสีขาว, $\pm a^*$ คือค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว และ $\pm b^*$ คือค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน) และคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงสีทั้งหมด (ΔE^*) โดยใช้สมการดังนี้

$$\Delta E^* = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2}$$

L = ค่า L^* ที่อ่านได้จาก Colorimeter ของมาซาลา
 L_0 = ค่า L^* ที่อ่านได้จาก Colorimeter ของมาซาลาเริ่มต้น
 a = ค่า a^* ที่อ่านได้จาก Colorimeter ของมาซาลา
 a_0 = ค่า a^* ที่อ่านได้จาก Colorimeter ของมาซาลาเริ่มต้น
 b = ค่า b^* ที่อ่านได้จาก Colorimeter ของมาซาลา
 b_0 = ค่า b^* ที่อ่านได้จาก Colorimeter ของมาซาลาเริ่มต้น

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

อบด้วยโลหะ (Moisture can) ให้แห้งสนิท เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) ชั่งและบันทึกน้ำหนัก จากนั้นชั่งตัวอย่างมาซาลาประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในถ้วยโลหะที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ นำออกจากตู้อบแห้งและทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) ชั่งและบันทึกน้ำหนักของตัวอย่าง และคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (\% dry basis)} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักสุดท้ายของตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักสุดท้ายของตัวอย่าง}} \times 100$$

ก.5 การวิเคราะห์หาค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PV)

ชั่งน้ำหนักน้ำมันที่สกัดจากตัวอย่างมาซาลา ใส่ลงใน flask ที่มีจุกปิดที่สะอาดและแห้งสนิท (ทำ blank ไปพร้อมกัน โดยใช้ น้ำกลั่น แทนตัวอย่างน้ำมัน) เติมคลอโรฟอร์มเข้มข้น (99.3%) ลงไป 10 มิลลิลิตร เพื่อเป็นตัวทำละลายน้ำมันหรือไขมันตัวอย่าง เติมกรดแอสซิติคเข้มข้น 100% ลงไป 15 มิลลิลิตร เติมสารละลายอิ่มตัวของโพแทสเซียมไอโอไดด์ลงไป 1 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าเป็นเวลา 1 นาที เก็บในที่มืด 1 นาที เติมน้ำกลั่นลงไป 75 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นไทเทรตด้วย 0.01 N Sodium thiosulfate โดยใช้ 1% น้ำแป้ง เป็นอินดิเคเตอร์ ไทเทรตจนถึงจุดยุติ คือสีน้ำเงินจะจางหายไป จนไม่มีสี บันทึกปริมาตรของ Sodium thiosulfate ที่ใช้ไปและคำนวณหาค่าเปอร์ออกไซด์ของน้ำมัน โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{Peroxide value (มิลลีสมมูลต่อกิโลกรัม หรือ mEq/kg)} = \frac{(A-B) \times 0.01 \times 1000}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมันที่ใช้}}$$

ก.6 การวิเคราะห์ค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid value, TBA value)

ชั่งตัวอย่างมาซาลา 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร บดโดยใช้ Blender เป็นเวลา 2 นาที แล้วเทลงในขวดรูปชมพู่ (Flask) สะเก็ดด้วยน้ำกลั่นจำนวน 47.5 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 1.5 ด้วยสารละลาย 4 M hydrochloric acid (4 M HCl) จากนั้นเทตัวอย่างทั้งหมดลงในหลอดกลั่น (Buchi) และกลั่นด้วยเครื่องกลั่น (Distillation unit) เก็บของเหลวที่กลั่นได้จำนวน 50 มิลลิลิตร ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลาย TBA (ละลาย 2-Thiobarbituric acid ในกรดแอสซิติค 90% โดยเตรียม กรดแอสซิติค 90% จากกรดแอสซิติคเข้มข้น 100%) ลงไป 5 มิลลิลิตร ปิดจุก เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที (ทำ blank ควบคู่ไปด้วยโดยใช้ น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร และสารละลาย TBA จำนวน 5 มิลลิลิตร) ภายหลังการต้มนำหลอด

ทดลองมาแช่ในน้ำเย็นเป็นเวลา 10 นาที แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร เมื่อกำหนดค่าที่อ่านได้ = D จะสามารถคำนวณหาค่า TBA value ได้ดังนี้

$$\text{TBA value (มิลลิกรัมมาโลเนลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมของไขมัน)} = 7.8 \times D$$

ก.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างมาซาลาโดยใช้ผู้ทดสอบที่มีความชำนาญของบริษัทไมท์ดีอินเตอร์เนชันแนล จำกัด จำนวน 2 คน โดยใช้วิธี Quality rating ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ ดังนี้

คะแนน	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ
5	เป็นผงละเอียดแห้ง	สีน้ำตาลแดง	มีกลิ่นฉุนของเครื่องเทศเด่นชัด	เผ็ด เบี้ยว เค็มนิด หน้อย มีรสอโรย
4	ชิ้นเล็กน้อย	สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	กลิ่นอ่อนลงเล็กน้อย	รสอ่อนลงเล็กน้อย
3	ชิ้นเริ่มจับกันเป็นก้อน	สีเข้ม	กลิ่นอ่อนปานกลาง	รสอ่อนปานกลาง
2	ชิ้นจับกันเป็นก้อน แต่บี้แตก	สีคล้ำเล็กน้อย (สีแดงเริ่มหายหรือเป็นสีน้ำตาล)	กลิ่นอ่อน (เริ่มมีกลิ่นหืน)	รสอ่อน
1	ชิ้นจับกันเป็นก้อน บี้ไม่แตก	สีคล้ำ (เริ่มเห็นเป็นสีดำ)	กลิ่นอ่อนมาก (มีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น)	รสอ่อนมาก
0	จับกันเป็นก้อนแข็ง	สีดำ	กลิ่นหาย (มีกลิ่นหืนเด่นชัด)	รสหาย

หมายเหตุ : ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับหากไม่มีลักษณะใดลักษณะหนึ่งได้คะแนนต่ำกว่า 2.5 คะแนน

ภาคผนวก ข

ใบประเมินการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์.....วันที่เก็บตัวอย่าง.....

วันที่ทำการทดสอบ.....

คำแนะนำ : ท่านจะได้รับตัวอย่างมาซาลา (Masala) จำนวน 4 ตัวอย่าง ซึ่งระบุชื่อเป็นเลขกลุ่ม 3 หลัก จงประเมินคุณภาพของตัวอย่างตามลำดับจากซ้ายไปขวาในเทอมของลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนต่อไปนี้

คะแนน	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ
5	เป็นผงละเอียดแห้ง	สีน้ำตาลแดง	มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศ เด่นชัด	เผ็ด เปรี้ยว เค็ม นิด หน้อย มีรสอร่อย
4	ชั้นเล็กน้อย	สีเข้มขึ้นเล็กน้อย	กลิ่นอ่อนลงเล็กน้อย	รสอ่อนลงเล็กน้อย
3	ชั้นเริ่มจับกันเป็นก้อน	สีเข้ม	กลิ่นอ่อนปานกลาง	รสอ่อนปานกลาง
2	ชั้นจับกันเป็นก้อน แต่บี้แตก	สีคล้ำเล็กน้อย (สีแดงเริ่ม หายหรือเป็นสีน้ำตาล)	กลิ่นอ่อน (เริ่มมีกลิ่นหืน)	รสอ่อน
1	ชั้นจับกันเป็นก้อน บี้ไม่ แตก	สีคล้ำ (เริ่มเห็นเป็นสีดำ)	กลิ่นอ่อนมาก (มีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น)	รสอ่อนมาก
0	จับกันเป็นก้อนแข็ง	สีดำ	กลิ่นหาย (มีกลิ่นหืนเด่นชัด)	รสหาย

ลักษณะคุณภาพ	ตัวอย่าง			
				
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				

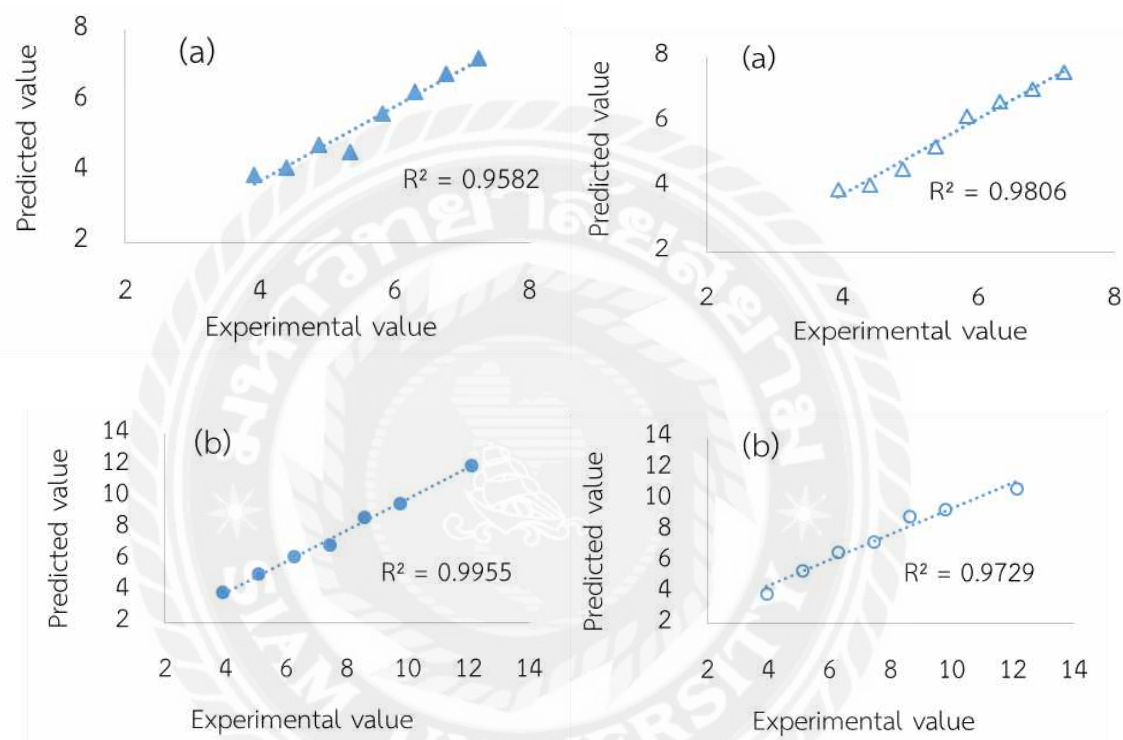
Comment.....

.....

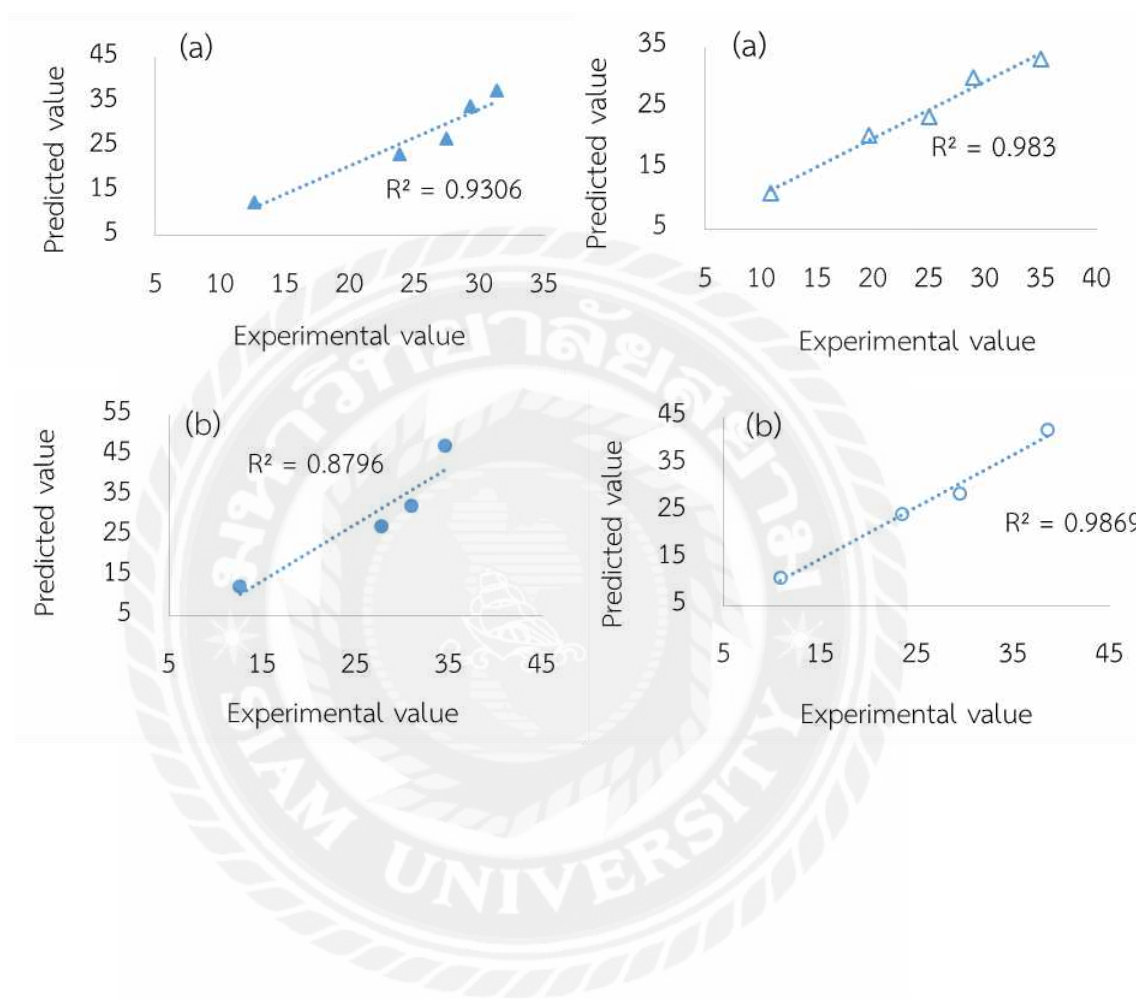
ภาคผนวก ก

ข้อมูลแสดงความถูกต้องของแบบจำลอง

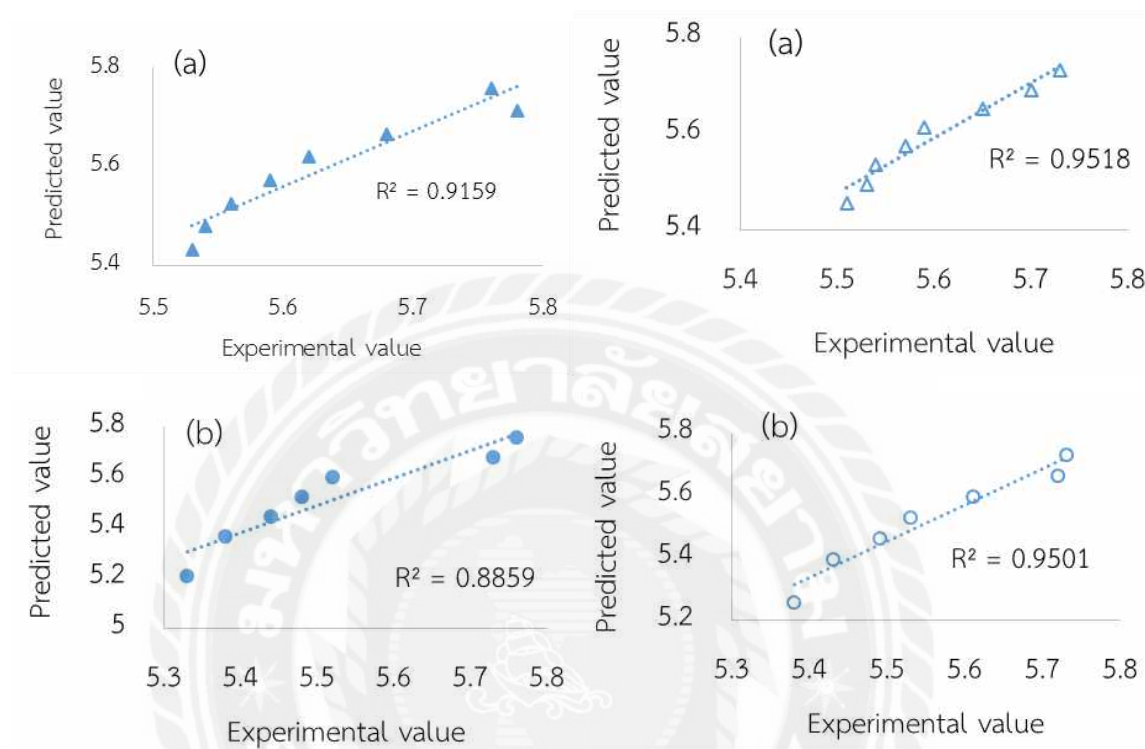
ค.1 ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณความชื้นที่ได้จากการทดลอง (Experimental value) และค่าที่ได้จากการคำนวณ (Predicted value) ของมาซาลาสูตรดั้งเดิม (Control) (คอลัมน์ด้านซ้าย) และมาซาลาสูตรที่มีการเติม Rosemary (Vivox) (คอลัมน์ด้านขวา) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (a) และ 50 °C (b) ตามลำดับ



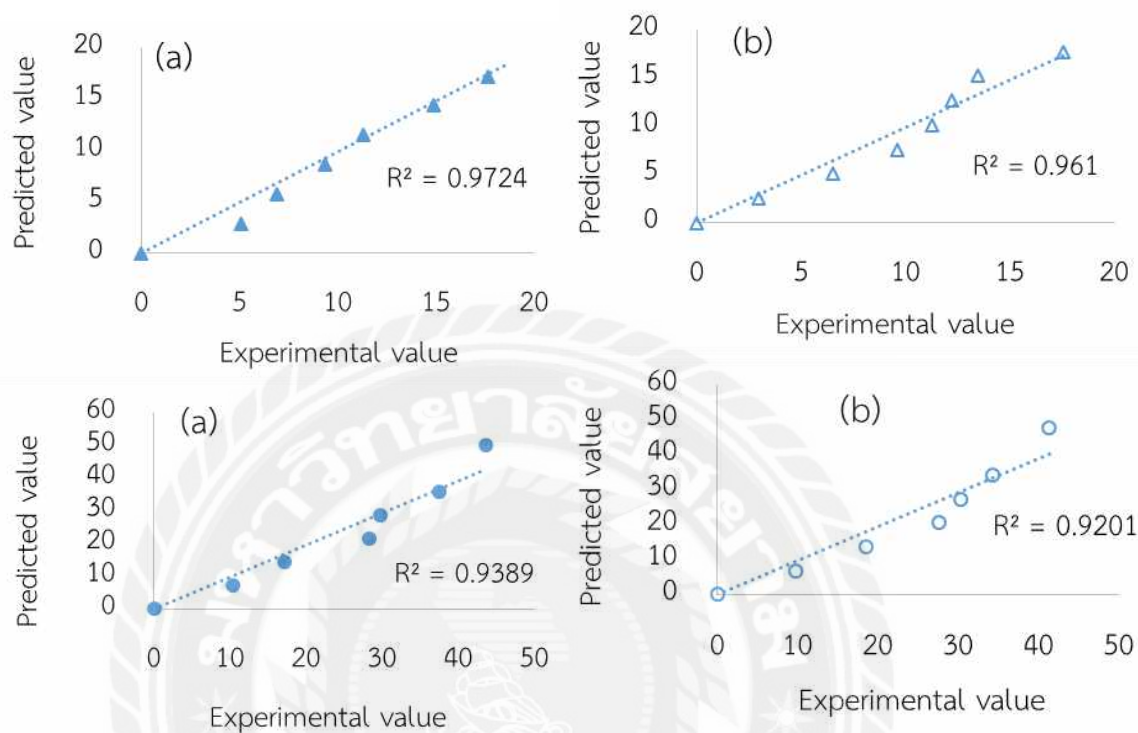
ค.2 ความสัมพันธ์ของค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value, PV) ที่ได้จากการทดลอง (Experimental value)) และค่าที่ได้จากการคำนวณ (Predicted value) ของมาชาลา สูตรดั้งเดิม (Control) (คอลัมน์ด้านซ้าย) และมาชาลาสูตรที่มีการเติม Rosemary (Vivox) (คอลัมน์ด้านขวา) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (a) และ 50 °C (b) ตามลำดับ



ค.3 ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ได้จากการทดลอง (Experimental value) และค่าที่ได้จากการคำนวณ (Predicted value) ของมาซาลา สูตรดั้งเดิม (Control) (คอลัมน์ด้านซ้าย) และมาซาลาสูตรที่มีการเติม Rosemary (Vivox) (คอลัมน์ด้านขวา) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (a) และ 50 °C (b) ตามลำดับ



ค.4 ความสัมพันธ์ของค่าสี (ΔE^*) ที่ได้จากการทดลอง (Experimental value)) และค่าที่ได้จากการคำนวณ (Predicted value) ของมาซาลา สูตรดั้งเดิม (Control) (กลัมน้ด้านซ้าย) และมาซาลา สูตรที่มีการเติม Rosemary (Vivox) (กลัมน้ด้านขวา) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 40 °C (a) และ 50 °C (b) ตามลำดับ



ภาคผนวก ง
คะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัส

Control								
เวลา (วัน)	บ่ม 40 °C				บ่ม 50 °C			
	ลักษณะ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะ	สี	กลิ่น	รสชาติ
0	5	5	5	5	5	5	5	5
7	4	3.3	4	4.3	3	1.6	3.6	4
14	4	3	4.6	4.6	1.6	1.3	3.3	3.3
21	5	4.3	5	5	0.6	0	3	2.3
28	3.6	3.6	4.3	4				
35	3	2.6	3.3	3.6				
42	2	1	1.66	1.33				
49	1.66	1.33	1.33	1.33				

Vivox								
เวลา (วัน)	บ่ม 40 °C				บ่ม 50 °C			
	ลักษณะ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะ	สี	กลิ่น	รสชาติ
0	5	5	5	5	5	5	5	5
7	4	3.3	4	4.3	3	2	4	4
14	4	3	4.6	4.6	1.6	1.3	3.6	3.3
21	3.3	3	4.3	4	0.6	0	3	2.3
28	4	3.6	4	3.6				
35	3	3	3.3	3.6				
42	2	0.66	3	1.33				
49	1.66	1.33	1.33	1.66				

รูปขณะปฏิบัติงาน





ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา : 5804700009

ชื่อ-นามสกุล : ขวัญฤทัย กิ่งไธสง

คณะ : วิทยาศาสตร์

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการอาหาร

ที่อยู่ : 16 หมู่ 1 ต.เชิงรากน้อย อ.บางปะอิน

จ.พระนครศรีอยุธยา 13180

E-mail : Khwuanrethai.kiw@siam.edu

ผลงาน : การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสมาซาลา (Shelf Life Evaluation of Masala Seasoning Powder)

