

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลลิซินในกระเทียม (*Allium Sativum* L.)

อบแห้งสุญญากาศ

The allicin content change in vacuum dried garlic (*Allium Sativum* L.)



ณัฐ พันธุ์รังษี
Nat Panthurangsee

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2024-FI-M-054-480

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The allicin content change in vacuum dried garlic
(*Allium Sativum* L.)



Nat Panthurangsee

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN FOOD SAFETY MANAGEMENT
SCHOOL OF FOOD INDUSTRY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2024

KMITL-2024-FI-M-054-480

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2024

SCHOOL OF FOOD INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลลิซินในกระเทียม (<i>Allium Sativum</i> L.) อบแห้งสุญญากาศ
นักศึกษา	นายณัฐ พันธุ์รังษี
รหัสนักศึกษา	64608007
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการความปลอดภัยอาหาร
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลลิซินในกระเทียม (*Allium Sativum* L.) อบแห้งแบบสุญญากาศ โดยทำการหาสภาวะที่เหมาะสมของการอบด้วยวิธีแบบสุญญากาศของกระเทียม ซึ่งทำการศึกษา 2 ตัวแปร 3 ระดับ คือ ความดัน (5, 15 และ 25 นิ้วปรอท) และอุณหภูมิ (50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส) โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี จากนั้นนำกระเทียมตัวอย่างที่อบแห้งด้วยสภาวะที่เหมาะสมไปทำการวิเคราะห์ปริมาณอัลลิซินก่อนและหลังการอบ แล้วนำไปเก็บในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิที่ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บ 1 เดือน เพื่อนำไปศึกษาค่าปริมาณคงเหลือของสารอัลลิซินและนำไปวิเคราะห์หาอายุการเก็บรักษาด้วยกฎของ Q_{10} จากการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ คืออุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส 20 นิ้วปรอท 3.5 ชั่วโมงตามลำดับ และพบว่ามีปริมาณค่าอัลลิซินหลงเหลืออยู่เท่ากับ 0.1228 มก./มล. และเมื่อนำมาคำนวณพบว่าปริมาณค่าอัลลิซินที่สูญเสียระหว่างกระบวนการอบเท่ากับ 25.75% โดยเมื่อเก็บรักษากระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 1 เดือน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บรักษาที่ 76 ถึง 77 วัน และปริมาณอัลลิซินนั้นมีความสัมพันธ์ต่อปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของกระเทียมอบแห้งโดยมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับค่าวอเตอร์แอกทีวิตี, ค่าสี, ค่าความชื้น (TBARS) แต่ปริมาณความชื้นไม่มีความสอดคล้องกันกับปริมาณอัลลิซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	The allicin content change in vacuum dried garlic (<i>Allium Sativum</i> L.)
Student	Mr. Nat panthurangsee
Student ID	64608007
Degree	Master of Science
Program	Food Safety Management
Year	2024
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Pongsert Sriprom

ABSTRACT

This thesis aims to study the allicin content change in vacuum dried garlic (*Allium Sativum* L.). The objective was to determine the optimal conditions for vacuum-drying sliced garlic. The study involved two variables at three levels: pressure (5, 15, and 25 inches of mercury) and temperature (50, 60, and 70 degrees Celsius) and water activity were analyzed. Garlic samples dried under the optimal conditions were then analyzed for allicin content before and after drying. These samples were stored under accelerated conditions at temperatures of 35, 45, and 55 degrees Celsius for one month to study the allicin content and determine shelf life using the Q_{10} . The experiment found that the optimal conditions for vacuum-drying sliced garlic are 69 degrees Celsius, 20 inches of mercury, and 3.5 hours. Under these conditions, the residual allicin content was 0.1228 mg/ml. It was calculated that the allicin loss during the drying process was 25.75%. When vacuum-dried sliced garlic was stored for one month at 30 degrees Celsius, its shelf life was approximately 76 to 77 days. The amount of allicin is related to the changes in dried garlic, which corresponds with water activity, color, and rancidity (TBARS). However, The moisture content is not correlation with the amount of allicin.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ ช่วยปรับปรุง แก้ไข ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะ และติดตามความก้าวหน้าในการทำ วิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์, ผศ.ดร.อุมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ และ ผศ.ดร.โสธยา เกิดพิบูลย์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และให้คำแนะนำ รวมถึงชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดและสอน ถึงวิธีการที่ดีและถูกต้อง ช่วยทำให้ผู้วิจัยพัฒนาตนเองในด้านการงานให้ดียิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะอุตสาหกรรมอาหารทุกท่าน ที่คอยสั่งสอนความรู้ ถ่ายทอดประสบการณ์ต่างๆ ตลอด ระยะเวลาที่ได้ศึกษาอยู่ในคณะอุตสาหกรรมอาหาร จนกระทั่งประสบความสำเร็จในวันนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมอาหาร และ เจ้าหน้าที่บัณฑิตทุกท่าน ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยอำนวยความสะดวกในการใช้ เครื่องมือต่างๆ จัดทำเอกสารต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ข้าพเจ้ายังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากเพื่อนๆ รุ่นพี่ รุ่นน้องในคณะ อุตสาหกรรมอาหารมากมาย อนึ่ง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะมีคุณประโยชน์ ข้าพเจ้า ในฐานะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบ ขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ณัฐ พันธุ์รังษี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 กระเทียม.....	4
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกระเทียม.....	5
2.3 อัลลิซิน.....	5
2.4 หลักการทำงานของอัลลิซินในการต้านจุลินทรีย์.....	6
2.4 สรรพคุณในการรักษา.....	7
2.5 ผลการทดลองทางคลินิกเกี่ยวกับกระเทียม.....	8
2.6 กระบวนการทำแห้งกระเทียม.....	10
2.7 การประเมินอายุการเก็บรักษาอาหาร.....	11
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	17
3.1 วัสดุดิบและอุปกรณ์.....	17
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	21
4.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ.....	21
4.2 ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงของอัลลิซินตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 1 เดือน.....	26
4.3 ความสัมพันธ์ของปริมาณอัลลิซินต่อปัจจัยการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของ กระเทียมอบแห้ง.....	29
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	35
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	35
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	35
บรรณานุกรม.....	36
ภาคผนวก.....	56
ภาคผนวก ก.....	57
ภาคผนวก ข.....	62
ภาคผนวก ค.....	64
ภาคผนวก ง.....	68
ประวัติผู้เขียน.....	85

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณสารอัลลิซินที่พบในกระเทียมที่ปลูกในไทย.....	6
2.2	ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับการต้านแบคทีเรีย.....	15
2.3	ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับการต้านเชื้อรา.....	16
4.1	การออกแบบการทดลองและผลที่สภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้ง แบบสุญญากาศ.....	21
4.2	ค่าวิเคราะห์ทางสถิติ.....	24
4.3	ตารางการวิเคราะห์หาอายุการเก็บรักษาของสารอัลลิซิน.....	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
2.1 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ S-allyl cysteine (alliin) โดยเอนไซม์อัลลิเนส.....	6
2.2 แบบจำลองกลไกการทำงานของอัลลิซินในการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย.....	7
4.1 กราฟแสดงค่า Normal probability Fits Histogram และ Order ของปริมาณ ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้.....	23
4.2 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ในการอบกระเทียมอบแห้ง แบบสุญญากาศ.....	25
4.3 ปัจจัยร่วมที่มีผลต่อปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ในการอบกระเทียมอบแห้ง แบบสุญญากาศ.....	26
4.4 ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 , 45 , 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน.....	27
4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นและอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน.....	30
4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้และอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน.....	32
4.7 ผลการเปรียบเทียบค่า ΔE^* และอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน.....	33
4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าความหืนและอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน.....	35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระเทียมเป็นพืชสมุนไพรที่มีประวัติการบริโภคอย่างแพร่หลายและใช้เป็นยามาอย่างยาวนาน นับตั้งแต่ในอดีตก่อนคริสตกาล โดยอ้างอิงมาจากทั้งในพระคัมภีร์ไบเบิล ตำราการแพทย์โบราณจาก อียิปต์ กรีซ โรม จีน และอินเดีย ในอดีตกระเทียมถูกใช้เพื่อเป็นยารักษาโรคต่างๆ เช่น ท้องอืด ท้องเฟ้อ โรคเบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ไอ โรคผิวหนัง โรคไขข้อ ฯลฯ (Rivlin, 2001) กระเทียมเป็นพืชสมุนไพรอยู่ในวงศ์ตระกูลพืช Allium ซึ่งจะมีกลิ่นเฉพาะตัวอันเนื่องมาจาก ในกระเทียมมีสารอัลลิซินเป็นสารกลุ่มไฮโอซัลไฟเนต ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารประกอบกำมะถัน (เช่น อัลลิซิน อะลิอิน อะโจอิน อัลลิลโพรพิลไธซัลไฟด์ ไธอัลลิลไทรซัลไฟด์ เอส-อัลลิลซิสเทอีน ไวนิลไธโธอิน เอส-อัลลิลเมอร์แคปโตซิสตีน และอื่นๆ อีกมากมาย) (Rana et al., 2011) อัลลิซินเป็นสารประกอบกำมะถันที่พบมากที่สุดในกระเทียมสด โดยคิดเป็นร้อยละ 70 เปอร์เซนต์ของไฮโอซัลไฟเนตทั้งหมด (Rybak et al., 2004) และในวงศ์ตระกูลพืช Allium พบว่าในกระเทียมมีอัลลิซินมากที่สุด

สารอัลลิซินเป็นสารทุติยภูมิที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์อัลลิเนสเปลี่ยนสาร S-allyl-L-cysteine sulfoxide (alliin) ให้กลายเป็นสาร Allyl sulfenic acids ก่อนที่จะรวมตัวและควบแน่น กลายเป็นสารอัลลิซิน ซึ่งเป็นสารต้านออกซิเดชัน และเป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง และเปลี่ยนแปลง เป็นสารอื่นในกลุ่มของสารประกอบกำมะถัน เช่น diallyl sulfide (DAS), diallyl disulfide (DADS), dithiols and ajoene. (Rana et al., 2011) และมีการรายงานว่า สารประกอบออร์กาโนซัลเฟอร์ของ กระเทียมมีส่วนช่วยในการกระตุ้นการตายของเซลล์มะเร็ง (Bat-Chen et al., 2010) ,รักษาโรคหัวใจและ หลอดเลือด (ลดคอเลสเตอรอลและไขมันในเลือดและลดความดันโลหิต) (Vazquez-Prieto & Miatello., 2010)

นอกจากนั้นสารอัลลิซินยังมีความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชันรวมถึงมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ผลต่อการต้านการเปลี่ยนแปลงของกระเทียมอบแห้ง (Han et al., 2023) ซึ่งรวมถึงการหมิ่นหืนซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันซึ่งส่งผลต่อการเสื่อมเสีย เนื่องในอาหาร (Geng et al., 2023) และรวมถึงมีความสามารถในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Ankri & Mirelman., 1999) ดังนั้นการเลือกวิธีการแปรรูปซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของ ผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญต่อการเสื่อมเสียเพื่อลดการสูญเสียของอัลลิซินและลดปริมาณค่าออกซิเดชัน (water activity, a_w) ให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ก่อโรค และยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อรา (อาทิตยาและอมรชัย, 2557) แต่สารอัลลิซินเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารที่ไม่เสถียร และไม่ทนต่อความร้อนจึงเกิดการสลายตัวได้ง่าย (สิงหนาท พวงจันทร์แดง และรุ่งกานต์ บุญนาคกร, 2551) และสารอัลลิซินมีอายุครึ่งชีวิตที่ 2.3 วัน ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส (Rana et al., 2011) และประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์อัลลิเนสที่จะเปลี่ยนสารอัลลิอินให้กลายเป็นสารอัลลิซินจะลดลงที่อุณหภูมิสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส (Krest & Keusgen, 1999) ส่งผลให้เกิดการสร้างอัลลิซินที่น้อยลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศและทำการวิเคราะห์ปริมาณของอัลลิซินที่หลงเหลือหลังจากผ่านกรรมวิธีการอบแบบสุญญากาศและตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ รวมไปถึงศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ของปริมาณอัลลิซินในกระเทียมอบแห้งที่มีต่อค่าปริมาณความชื้น, ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้, ค่าสี, ค่าความชื้นและปัจจัยในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของกระเทียมอบแห้ง เพื่อทำความเข้าใจต่อความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของกระเทียมอบแห้งที่มีต่อปริมาณอัลลิซิน และนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยและมีสารอัลลิซินที่มีประโยชน์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งกระเทียมด้วยวิธีอบสุญญากาศ
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัลลิซินระหว่างการเก็บรักษา 1 เดือนของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ
- 1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณของอัลลิซินที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของกระเทียมอบแห้ง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งกระเทียมด้วยวิธีอบสุญญากาศ โดยทำการศึกษาที่ความดัน (5, 15 และ 25 นิ้วปรอท) และอุณหภูมิ (50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส) โดยทำการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้
- 1.3.2 ศึกษาปริมาณอัลลิซินโดยนำสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ ก่อนและหลังการอบ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 1 เดือนที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส
- 1.3.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของสารอัลลิซินต่อปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสีย รวมถึงผลกระทบที่อาจจะก่อให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงเทคนิคการอบแห้งกระเทียมและได้รับสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งกระเทียมแบบสุญญากาศ

1.4.2 สามารถผลิตกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่มีค่าปริมาณอัลลิซินที่เหมาะสม และทราบความสัมพันธ์ของปริมาณอัลลิซินต่อปัจจัยค่าความชื้น, ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี, ค่าสีและค่าความหืนที่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระเทียมอบแห้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระเทียม

กระเทียมเป็นพืชสมุนไพรมีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Allium sativum* L. อยู่ในวงศ์ Alliaceae ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับ หอมหัวใหญ่ หอมแดง กระเทียมในภาษาอังกฤษมาจากคำว่า garleac ซึ่งมาจากคำสองคำคือ “gar” หมายถึง หอก และ “leac” หมายถึง พืช (พิชญ์ สุขแก้ว, 2555) กระเทียมไทยเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นเครื่องปรุงอาหารที่สำคัญของคนไทย

กระเทียมเป็นพืชไม้ล้มลุก มีลำต้นขนาดเล็กอยู่ตรงกลางซึ่งจะมีกาบใบห่อหุ้มลำต้น โดยใบของกระเทียมมีสีเขียวเข้ม ลักษณะเป็นใบเดี่ยว แบน ปลายใบแหลม มีความกว้างของใบประมาณ 0.5 – 2.5 เซนติเมตร และมีความยาว 30 – 60 เซนติเมตร โดยสีของใบกระเทียมจะค่อยๆ จางลงจากปลายใบไปจนถึงโคนใบ โคนใบของกระเทียมจะแผ่และเชื่อมติดกันเป็นหลอดห่อหุ้มรอบใบที่อ่อนกว่าและก้านช่อดอก ใบอ่อนของกระเทียมจะงอกด้านในและแทงออกมาที่ด้านบนสลับออกซ้ายขวา ก้านดอกจะมีลักษณะยาว เล็ก แทงขึ้นมาจากส่วนกลางของลำต้น ออกดอกเป็นช่อซึ่งช่อดอกจะมีลักษณะคล้ายซี่ร่ม ประกอบด้วยดอกเล็กๆ หลายดอก โดยแต่ละดอกจะมีกลีบรวม 6 กลีบ มีส่วนหัวอยู่ใต้ดิน ลักษณะกลมแบน มีแผ่นเยื่อสีขาวหรือสีม่วงอมชมพูหุ้มอยู่ 3 - 4 ชั้น ซึ่งลอกออกได้ แต่ละหัวมีประมาณ 4 – 15 กลีบ กลีบเกิดจากตาซอกใบของใบอ่อน ส่วนที่หุ้มหัวอยู่มีสีขาวหรือขาวอมเขียว

การจำแนกประเภทของกระเทียมในประเทศไทยสามารถแบ่งตามระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว

- 1). กระเทียมเบา อายุการเก็บเกี่ยว 75 วัน มีจำนวนกลีบที่มากกว่ากระเทียมพันธุ์หนัก แต่มีขนาดหัวที่เล็กที่สุดและตรงปลายกลีบจะมีหางกลีบ เช่น กระเทียมสายพันธุ์ศรีสะเกษ
- 2). กระเทียมพันธุ์กลาง อายุการเก็บเกี่ยว 100-120 วัน มีขนาดหัวที่มีขนาดใหญ่กว่ากระเทียมพันธุ์เบาและที่กลีบมักจะมีเหลี่ยมที่ขอบ เช่น กระเทียมสายพันธุ์เชียงใหม่
- 3). กระเทียมพันธุ์หนัก อายุการเก็บเกี่ยว 135-150 วัน มีขนาดหัวและกลีบที่ใหญ่ ซึ่งกลีบจะมีขนาดที่อ้วนไม่มีเหลี่ยมที่ขอบ เช่น กระเทียมสายพันธุ์จิน ซึ่งกระเทียมแต่ละประเภทก็จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของกระเทียม, ช่วงอายุที่เก็บเกี่ยวและสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการปลูก (ธัญญารัตน์ สมสู และคณะ., 2560)

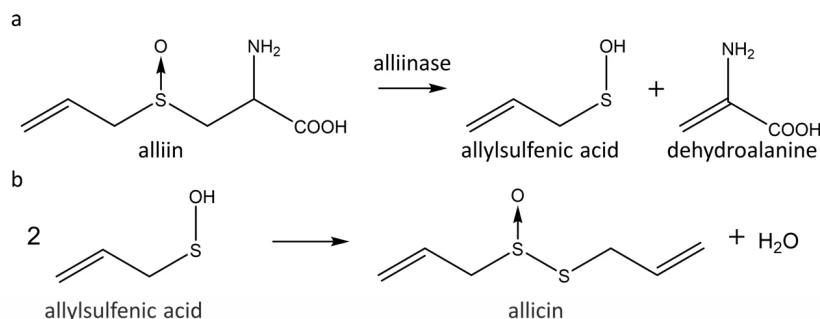
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกระเทียม

กระเทียมมีองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการหลายชนิดที่สำคัญ รวมถึงมีสารอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ โปรตีน น้ำตาล กรดไขมัน กรดอะมิโนและวิตามินต่างๆ เช่น วิตามินเอ แคลโรทีน บีหนึ่ง บีสอง ซี และแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม โปแตสเซียม เหล็ก ซีลีเนียม เป็นต้น แต่สารสำคัญที่มีส่วนทำให้กระเทียมแตกต่างจากพืชชนิดอื่นๆคือ มีสารประกอบอินทรีย์กำมะถัน (Organosulfur compounds) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นฉุนที่เป็นเอกลักษณ์

วิลโครี ลิมพยอม และคณะ (2552) กล่าวถึง สารประกอบอินทรีย์กำมะถัน ในกระเทียมนั้นมีหลายชนิด เช่น อะลิอิน อัลลิซิน อาโจอิน อัลลิโพรพิลไดซัลไฟด์ ไดอัลลิไทรซัลไฟด์ เอส-อัลลิซิซเทอีน ไวนิลไดไรอิน S-allylmercaptocystein (SAMG) และอื่นๆ ซึ่งบางส่วนเกิดจากการทำปฏิกิริยาของสารประกอบในกระเทียม และบางส่วนมีการพบดั้งเดิมอยู่ในกระเทียม นอกจากนี้กระเทียมยังมีสารประกอบอื่นๆ เช่น สารประกอบฟีนอล ซาโปนิน ซาโปเจนิน ฟลาโวนอยด์ สารเอนไซม์ (อัลลิเนส เปรอร์ออกซิเดส ไมโรซิเนส และอื่นๆ) กรดอะมิโนและไกลโคไซด์ของพวกมัน (อาร์จินีนและอื่นๆ) และ ซีลีเนียม เจอร์เมเนียม เทลลูเรียม และแร่ธาตุอื่นๆ (Lidiková et al., 2022) สารประกอบฟีนอลมากกว่า 20 ชนิด เช่น กรด β -resorcylic, pyrogallol, gallic acid, rutin, protocatechuic acid และ quercetin มีอยู่ในกระเทียม

2.3 อัลลิซิน

อัลลิซิน (Allicin ; diallyl thiosulfate) เป็นสารทุติยภูมิที่พบได้ทั่วไปในพืชสกุล allium โดยอัลลิซินเป็นสารประกอบอินทรีย์กำมะถันที่สำคัญที่พบในกระเทียมมากที่สุด โดยทั่วไปสารประกอบอินทรีย์กำมะถันดั้งเดิมที่มีอยู่ในกระเทียมจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ alk(en)yl cysteine sulfoxides (ACSOs) และ γ -glutamyl-L-cysteine peptides ซึ่งสารทั้ง 2 ตัวนี้จะเปลี่ยนไปเป็นสารกลุ่มไทโอซัลไฟเนตเมื่อเนื้อเยื่อกระเทียมถูกทำให้เสียหาย โดย S-allyl-L-cysteine sulfoxide (ACSO) หรือสารอัลลิซินที่อยู่ภายในกระเทียมจะถูกเปลี่ยนให้กลายเป็น pyruvic acid, ammonia and alk(en)yl sulfenic acid โดยเอนไซม์อัลลิเนสที่ทำหน้า่อยเอนไซม์ และ alk(en)yl sulfenic acid จะถูกควบแน่นได้เป็นน้ำ และสารอัลลิซิน ดังที่แสดงในรูปที่ 2.1 โดยสารอัลลิซินก็จะเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นๆในกลุ่มไทโอซัลไฟเนต ขึ้นอยู่กับค่า pH (Yu & Wu, 1989) แต่สารกลุ่มไทโอซัลไฟเนตส่วนใหญ่ในกระเทียมจะอยู่ในรูปของสารอัลลิซินประมาณ 70 % (Rybak et al., 2004) โดยสารอัลลิซินที่พบในแต่ละสายพันธุ์ในกระเทียมในประเทศไทยก็มีค่าที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ S-allyl cysteine (alliin) โดยเอนไซม์อัลลิเนส

ที่มา : Leontiev et al. (2018)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอัลลิซินที่พบในกระเทียมที่ปลูกในไทย

สายพันธุ์กระเทียม	ศรีสะเกษ	เชียงใหม่	จันทบุรี
ปริมาณสารอัลลิซิน (มก./100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	100.8±2.7	51.9±1.3	67.2±1.6

อ้างอิงจาก : Pakakaew et al. (2022)

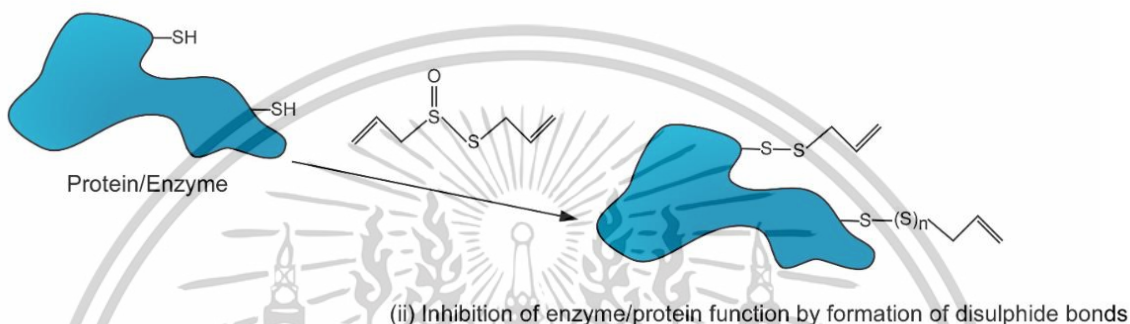
อัลลิซินเป็นสารที่ไม่เสถียร และไม่ทนความร้อน จากงานวิจัยของ สิงหนาท พวงจันทร์แดง และ รุ่งกานต์ บุญนาถกร (2551) พบว่าอัลลิซินที่สกัดมาจากกระเทียมสดที่ผ่านการทำให้ชื้นด้วยความร้อนที่เก็บอยู่ในรูปของสารละลายจะมีปริมาณลดลงครึ่งหนึ่งเมื่อผ่านไป 15 วัน และจะไม่พบเมื่อผ่านไป 30 วัน และจากงานวิจัยของ Ratti et al. (2007) ที่ทดลองผลของการทำแห้งด้วยวิธีอบลมร้อนและอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งต่อค่าอัลลิซินในกระเทียมพบว่าการทำแห้งแบบฟรีซดรายที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีค่าอัลลิซินสูงกว่าค่าอัลลิซินของกระเทียมสดและยิ่งอุณหภูมิที่ทำแห้งสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่าอัลลิซินในกระเทียมลดลง นอกจากนี้ปริมาณอัลลิซินขึ้นกับสารตั้งต้นหรือก็คือ สารอัลลิอินและอัลลิเนส โดยงานวิจัยของ Krest & Keusgen (1999) พบว่า เอนไซม์อัลลิเนสจะมีประสิทธิภาพดีที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส และจะทำงานได้ลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส รวมถึงค่าช่วง pH เหมาะสมคือ pH 7-8

2.4 หลักการทำงานของอัลลิซินในการต้านจุลินทรีย์

อัลลิซินเป็นสารกำมะถันในกลุ่ม RSS (Reactive sulphur species) ซึ่งมีความสามารถในการออกซิไดซ์และสามารถออกซิไดซ์สารกลุ่มไทออลในเซลล์ เช่น กลูตาไธโอนและซิสเทอีนที่อยู่ในโปรตีน ส่งผลให้นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนได้ (Borlinghaus et al., 2014) ซึ่งเกิดจากการสร้างพันธะไดซัลไฟด์ที่ล้มเหลวในไซโทซอลของเซลล์ เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีปฏิกิริยารีดอกซ์ที่สูง ซึ่งจะเปลี่ยนพันธะ S-S กลับเป็นกลุ่มซิสเทอีน -SH (Alberts et al., 2008) ซึ่งรวมถึงขัดขวางการสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RNA และการสังเคราะห์ไขมันโดยการป้องกันการสังเคราะห์การสร้าง acetyl-CoA synthetases และการเกิดออกซิเดชันของกลูตาไธโอน ซึ่งส่งผลให้ศักยภาพรีดอกซ์ของเซลล์เปลี่ยนแปลงไป กระตุ้นอะพอพโทซิส ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์จนทำให้มีการรั่วไหลของผนังเซลล์ (Borlinghaus et al., 2014; Rahman., 2007) ซึ่งผลในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ของอัลลิซินส่วนใหญ่มาจากการทำปฏิกิริยากับโปรตีนกลุ่มไทออล รวมถึงเอนไซม์ต่างๆ (Mathialagan et al., 2017)



รูปที่ 2.2 แบบจำลองกลไกการทำงานของอัลลิซินในการออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

ที่มา : Bhatwalkar et al. (2021)

2.5 สรรพคุณของอัลลิซิน

อัลลิซินได้รับการรายงานเป็นครั้งแรกว่าเป็นสารต้านแบคทีเรียในช่วงกลางศตวรรษที่ 20 และต่อมาด้วยความก้าวหน้าของการศึกษาวิจัยในฐานะสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อรา ยาลดความดันโลหิต ต้านการอักเสบ และต้านเนื้องอก (Marchese et al., 2016) ซึ่งสร้างสารไนตริกออกไซด์ (NO) ซึ่งมีคุณสมบัติทำงานเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพอันเนื่องมาจากอัลลิซินทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ที่มีไทออลเพื่อยับยั้งอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (-OH) และซูเปอร์ออกไซด์ (Rahman, 2007) รวมถึงมีส่วนช่วยในการจับกับ ROS รวมถึงอนุมูลอิสระออกซิเจน (OFs) โดยมีรายงานว่า การหยุดการทำงานของ NO ที่เกิดจาก ROS อาจทำให้การทำงานของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดในหลอดเลือดลดลงและมีส่วนทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น หลอดเลือด ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง (Higashi et al., 2009; Lundblad et al., 2009) และสารประกอบออร์กาโนซิลเฟอร์ซึ่งรวมถึงอัลลิซินที่ได้จากกระเทียมช่วยลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลโดยเซลล์ตับ (Gebhardt & Beck, 1996) และมีเพิ่มความสามารถของเกล็ดเลือดซึ่งเชื่อมโยงกับโรคตีบของหลอดเลือดและการเกิดลิ่มเลือดอุดตันเฉียบพลัน โดยช่วยยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือดในหลอดเลือด (Allison et al., 2006; Chan et al., 2002; Lawson et al., 1992) ซึ่งเซลล์อัลลิซินสามารถทำปฏิกิริยากับกลูตาไธโอนและก่อตัวเป็น SAMG ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถยืดอายุการต้านอนุมูลอิสระของอัลลิซิน อัลลิซินเป็นสารสำคัญในกระเทียมที่มีหน้าที่ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ โดยการทำให้ปฏิกิริยากับสารกลุ่มโปรตีนรวมถึงโปรตีนเอนไซม์ เช่น cysteine รวมไปถึง alliinase ด้วย ซึ่งมีการกล่าวว่าการที่อัลลิซินทำปฏิกิริยากับซีสเตอีนจะนำไปสู่การลดการทำงานของส่วนใหญ่ของเชื้อแบคทีเรีย จากงานวิจัยของ Ancri & Mirelman (1999) ได้มีการทดลองนำเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecium* และเชื้อราก่อโรคอีกหลายชนิดเช่น *Candida albicans*, *Candida neoformans*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis* และ *Torulopsis glabrata* พบว่า อัลลิซินสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคเหล่านี้ได้ ซึ่งรวมไปถึงเชื้อดื้อยาบางชนิดด้วย

2.6 ผลการทดลองทางคลินิกเกี่ยวกับกระเทียม

กระเทียมมีคุณสมบัติในการรักษาและใช้ในทางการแพทย์แผนโบราณเพื่อบรรเทาอาการเจ็บป่วยต่างๆ เนื่องจากมีสรรพคุณรักษามากมาย (Savairam et al., 2023) ในทางการแพทย์ยังไม่ได้มีการยอมรับสรรพคุณของอัลลิซินในการรักษาโรคเช่น โรคมะเร็ง (Rivlin, 2009) แต่มีงานวิจัยต่างๆมากมายที่ให้การสนับสนุนถึงแนวทางการใช้ในการรักษาของสารอัลลิซิน โดยกระเทียมหรือสารอัลลิซินมีปริมาณที่แนะนำให้บริโภคต่อวันเท่ากับ 2 – 5 กรัมของกระเทียมสด หรือ 2 – 5 มก. ของสารอัลลิซิน ตามลำดับอ้างอิงจากประกาศของ WHO (Organization, 1999) และ EMA (EMA, 2017) โดยสารอัลลิซินมีสรรพคุณในการรักษาโรคโดยเปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างๆ โดยสรุปแบ่งออกเป็นหัวข้อหลักๆ ดังนี้

2.5.1 โรคหัวใจและหลอดเลือด

กระเทียมนั้นมีส่วนช่วยในการป้องกันและรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยมีผลอย่างเป็นนัยสำคัญต่อการลดความดันโลหิต การป้องกันหลอดเลือด การลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด การยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด และเพิ่มฤทธิ์ละลายลิ่มเลือด (Chan et al., 2013) ผลจากงานวิจัยพบว่า กระเทียมมีส่วนช่วยในการลดปริมาณคอเลสเตอรอล LDL และไตรกลีเซอไรด์ในร่างกาย และเพิ่มปริมาณคอเลสเตอรอล HDL ดังที่แสดงตารางที่ 1 ซึ่งมีส่วนช่วยในการลดความดันโลหิต (Ackermann et al., 2001; Ried, 2016; Ried et al., 2013; Steiner et al., 1996) กระเทียมมีส่วนช่วยในการปรับระดับซี-รีแอคทีฟโปรตีน (hs-CRP) (Aalami-Harandi et al., 2015; Szulíkowska et al., 2018; Zare et al., 2019) ซึ่งมีผลช่วยป้องกันความผิดปกติของเยื่อผนังหลอดเลือด (Leonarduzzi et al., 2012; Siti et al., 2015; Tsuneyoshi, 2020) รวมถึงป้องกันกล้ามเนื้อหัวใจตาย และโรคหลอดเลือดสมองตีบได้อย่างมีนัยสำคัญ (Zhu et al., 2018)

2.5.2 โรคมะเร็ง

กระเทียมมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอันเนื่องมาจากมีสารอาหารและสารประกอบฟีนอล (Petropoulos et al., 2018) โดยช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย เช่น ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (SOD) คาตาเลส (CAT) และกลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (GPx) (Mirunalini et al., 2011) รวมถึงมีส่วนช่วยในการต้านอนุมูลอิสระทั้งหมด (TAC) และมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) (Ahmadian et al., 2017; Khoobkhahi et al., 2019; Moosavian et al., 2020) รวมถึงมีการรายงานหลักฐานที่น่าเชื่อถือสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคกระเทียมกับมะเร็ง เช่น กระเทียมมีส่วนช่วยในการลดการเกิดโรคในกระเพาะอาหารที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง (Gail & You, 2006; Li et al., 2004; Li et al., 2019; Ma et al., 2012) ลดความเสี่ยงการเกิดมะเร็งต่อมน้ำเหลือง ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก (CRC) (Dreher, 2018; Ngo et al., 2007; Wu et al., 2019) โดยการเพิ่มเซลล์กำจัด (NK) (Ishikawa et al., 2006) รวมถึงมีความสัมพันธ์แบบมีนัยสำคัญต่อโรคมะเร็งปอด (Jin et al., 2013) รวมถึงยับยั้งการเกิดการกลายพันธุ์ของยีน และลดการแพร่กระจายของเซลล์เนื้องอก (Charron et al., 2015; Jin et al., 2013)

2.5.3 ภาวะเมตาบอลิกซินโดรมและโรคเบาหวาน

ภาวะเมตาบอลิกซินโดรม คือ ภาวะที่ส่งผลให้เซลล์ในร่างกายไม่ตอบสนองต่ออินซูลินได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง (Huang, 2009) ภาวะเมตาบอลิกซินโดรมเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (ไพบุรณ์ จัตกุล, 2564) รวมถึงโรคอ้วนลงพุง ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดผิดปกติจากไขมันในหลอดเลือด ภาวะลิ้มเลือดอุดตัน และภาวะการอักเสบของหลอดเลือด (Choudhary et al., 2018; O'Neill & O'Driscoll, 2015) การรับประทานกระเทียมมีส่วนช่วยในการลดระดับน้ำตาลและปรับระดับไขมันในเลือด (Ashraf et al., 2011; Choudhary et al., 2018; Ghorbani et al., 2019; Hou et al., 2015; Mirunalini et al., 2011; Shabani et al., 2019; Varma et al., 2011) และช่วยลดการเกิดฮีโมโกลบิน A1c (HbA1C) ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Parham et al., 2020; Phil et al., 2011) ซึ่งโรคเบาหวานเป็นผลพวงจากการขาดอินซูลินหรือภาวะดื้ออินซูลิน (Zhu et al., 2018) กระเทียมมีสารประกอบบอร์กาโนซิลเฟออร์ที่มีส่วนช่วยในการให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งควบคุมโรคเบาหวานประเภท 2 (Melino et al., 2019)

2.5.4 โรคอื่นๆ

กระเทียมมีสรรพคุณในการต้านการอักเสบ โดยมีส่วนช่วยในการปรับปรุงระบบภูมิคุ้มกันโดยการปรับปรุงไซโตไคน์และเพิ่มการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกัน (Nantz et al., 2012; Percival, 2016) ช่วยลดความรุนแรงของไอและไข้หวัดใหญ่ (Nantz et al., 2012) รวมถึงช่วยลดการอักเสบจากโรคอ้วน (Xu et al., 2018) นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของจุลินทรีย์ในลำไส้

และช่วยให้สภาวะการอักเสบที่ดีขึ้นในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ไม่สามารถควบคุมได้ (Ried et al., 2018) มีประสิทธิภาพในการบรรเทาอาการของสตรีที่มีน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วนที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อมสตรี (Dehghani et al., 2018; Salimzadeh et al., 2018) กระเทียมทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในโรคกระดูกพรุน (Mozaffari-Khosravi et al., 2012) ช่วยลดอาการกระดูกพรุนในสตรีวัยหมดประจำเดือน 36 รวมถึงช่วยในการรักษาปากอักเสบเหตุฟันเทียม (Bakhshi et al., 2012) แผลในหลอดเลือดดำ (Kundaković et al., 2012) กระเทียมมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรค (Gökalp, 2018) แบคทีเรีย (Serrano et al., 2020) ยีสต์ (Gruhlke et al., 2010) และเชื้อรา (Said et al., 2020) รวมถึงลดอาการเจ็บป่วยเฉียบพลันจากโรคทางเดินหายใจจากการติดเชื้อไวรัส (Andrianova et al., 2003) และอาจใช้เพื่อป้องกันภาวะโลหิตเป็นพิษและการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะในโรงพยาบาลที่มีความเสี่ยงสูง (Madineh et al., 2017) และการบริโภคกระเทียมมีผลในการป้องกันโรคกระเพาะ (Kim et al., 2017) รวมถึงมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับโรคไขมันพอกตับที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (NAFLD) ในผู้ป่วย NAFLD (Soleimani et al., 2016; Zhang et al., 2019)

2.7 กระบวนการทำแห้งกระเทียม

กระบวนการทำแห้งเป็นวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาที่เก่าแก่ที่สุดวิธีการหนึ่ง ในอดีตวิธีการทำแห้งที่พบได้บ่อยที่สุดคือ วิธีการตากแดด โดยวัตถุประสงค์หลักคือการลดน้ำในอาหาร (a_w) ให้ปริมาณของน้ำลดถึงระดับที่สามารถจัดเก็บได้อย่างปลอดภัย เมื่อกระเทียมแห้งแล้ว อัตราการเสื่อมสภาพเนื่องจากการหายใจ, แผลง, กิจกรรมของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางชีวเคมีควรจะลดลง ซึ่งนำไปสู่การรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และช่วยลดความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ซึ่งในปัจจุบันมีวิธีการทำแห้งหลากหลายวิธี ทั้งการตากแดด การทำแห้งด้วยลมร้อน การทำแห้งสภาวะสูญญากาศ การทำแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยวิธีการอบกระเทียมที่นิยมใช้ในเชิงพาณิชย์ปัจจุบันคือวิธีการอบลมร้อน ซึ่งกระบวนการทำแห้งแต่ละวิธีก็จะมีข้อดี ข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้

2.6.1 การตากแดด เป็นกระบวนการทำแห้งที่เก่าแก่ที่สุด ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้ง่ายและมีการใช้อย่างแพร่หลาย สามารถที่จะทำได้โดยไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญ รวมถึงมีต้นทุนที่ต่ำทั้งทางด้านเครื่องมือและค่าดำเนินการ แต่การตากแดดนั้นก็มีข้อเสีย เช่น เป็นกระบวนการที่ใช้เวลานาน ต้องดูสภาพอากาศ และปนเปื้อนกับสภาพแวดล้อมภายนอก เป็นต้น

2.6.2 การทำแห้งด้วยลมร้อน เป็นกระบวนการทำแห้งที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน (Ratti et al., 2007) ซึ่งวิธีการอบลมร้อนได้ใช้หลักการทำแห้งด้วยความร้อนแบบเดียวกับการตากแดด มีการถ่ายโอนความร้อนและความชื้นด้วยวิธีการพาความร้อนและมวลสาร (สิริกัญญา กระต่ายทอง, 2563) เพียงแต่มี

การปรับปรุงให้ใช้พลังงานความร้อนจากอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้อย่างสม่ำเสมอ รวมไปถึงสามารถผลิตผลิตภัณฑ์จำนวนมากตามที่ต้องการ ซึ่งมีการใช้ระยะเวลาในการทำแห้งที่รวดเร็ว แต่การอบลมร้อนจะทำให้คุณสมบัติทางด้านอาหารของผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ต่ำ เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านสี, สารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, สารต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางสารอาหารและโภชนาการ. โดยงานวิจัยของ Feng et al. (2021) พบว่า วิธีการอบลมร้อนใช้ระยะเวลาในการอบที่นานที่สุด ส่งผลให้คุณภาพของกระเทียมในด้านการหดตัวสูง, สีออกสีน้ำตาล, ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารต้านอนุมูลอิสระที่ต่ำ

2.6.3 การทำแห้งสภาวะสุญญากาศ เป็นกระบวนการทำแห้งที่มีการผสมผสานระหว่างการให้ความร้อนและการควบคุมความดันในเครื่องมือที่ใช้ โดยการทำแห้งด้วยวิธีการนี้มีประสิทธิภาพที่ดีและสามารถลดปริมาณความชื้นได้อย่างรวดเร็ว โดยการลดความดันจะช่วยให้จุดเดือดของเหลวในอาหารลดลง ส่งผลให้น้ำในอาหารสามารถระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น และเนื่องจากที่สามารถทำแห้งด้วยอุณหภูมิที่ต่ำทำให้คงคุณค่าทางสารอาหารและโภชนาการของผลิตภัณฑ์ได้ดี เช่นงานวิจัยของ พรเทพ อภิพงศธร และคณะ (2545) พบว่า การอบกระเทียมในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้วิตามินซีและสีในกระเทียมเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และงานวิจัยของ Yao และคณะ (2019) พบว่าการอบแห้งที่สภาวะสุญญากาศจะส่งผลให้เกิดอัตราการทำแห้งที่สูงขึ้นและส่งผลต่อช่องว่างระหว่างโครงสร้างทางจุลภาคที่เปิดกว้างมากขึ้นบนพื้นผิวของหัวฝรั่ง แต่กระบวนการอบแห้งแบบสุญญากาศนั้นมีข้อเสียเรื่องของต้นทุนของเครื่องและการดูแลรักษาที่สูง และต้องการความเชี่ยวชาญในการวางแผนและใช้งาน รวมถึงไม่สามารถที่จะผลิตแบบต่อเนื่องได้

2.6.4 การทำแห้งด้วยรังสีความร้อนและคลื่นไมโครเวฟ เป็นกระบวนการทำแห้งที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในแง่ของอัตราการถ่ายเทความร้อน มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน อัตราการทำแห้งที่สูงส่งผลให้เวลาในการทำแห้งที่สูงและลดการสูญเสียของคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่มีข้อเสียตรงที่เป็นการให้ความร้อนที่ไม่เท่ากันทั่วทั้งชิ้น รวมถึงการให้ความร้อนที่รวดเร็วจึงมีโอกาสทำให้ผลิตภัณฑ์บางส่วนสุกเกินไป รวมถึงทำให้ส่วนที่ได้รับความร้อนไม่เพียงพอไม่สามารถฆ่าเชื้อก่อโรคได้อย่างเพียงพอ

2.8 การประเมินอายุการเก็บรักษาอาหาร

การประเมินอายุการเก็บรักษาคือกระบวนการที่ทำเพื่อกำหนดระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไว้ในสภาวะที่กำหนด โดยการประเมินจากปัจจัยต่างๆ เช่น การเจริญของจุลชีพ การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ที่เป็นดัชนีชี้ถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร (ขวัญฤทัย กิวไธสง, 2560) เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค การประเมินอายุการเก็บรักษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อสามารถระบุอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 การประเมินอายุการเก็บรักษาโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ร่วมกับกฎของ Q₁₀

อ้างอิงจาก ขวัญฤทัย กิวโรสง (2560) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการเก็บรักษาสามารถอธิบายได้โดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero-order reaction) และปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (First-order reaction) โดยหลักการ คือ การที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้โมเลกุลมีพลังงานจลน์ที่สูงขึ้นและเคลื่อนที่ได้เร็วมากขึ้น เป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาเคมีที่สูงขึ้น (พรรัตน์ สิ้นชัยพานิช และคณะ, 2565)

(1) ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero-order reaction) คือปฏิกิริยาที่อุณหภูมิของสารตั้งต้นที่จะนำมาคำนวณค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (Zero-order rate constant, k) ซึ่งมีหน่วยเป็น t⁻¹ โดยใช้สมการ (2.1)

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

(2) ปฏิกิริยาอันดับที่หนึ่ง (First-order reaction) คือปฏิกิริยาที่อุณหภูมิของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้นโดยมีผลทำให้ปฏิกิริยาแปรผันตรงกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่เข้าทำปฏิกิริยา โดยความเร็วของปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้นจะสามารถนำมาคำนวณค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (First-order rate constant, k) ซึ่งมีหน่วยเป็น t⁻¹ โดยใช้สมการ (2.2)

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

หลังจากศึกษาปฏิกิริยาและอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิเริ่มต้นแล้ว ทำการศึกษาสัดส่วนของอัตราเร็วของปฏิกิริยาโดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับค่าคงที่อัตรา (k) ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 10 องศาเซลเซียส ดังสมการ (2.3) ถึง (2.5)

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

$$Q_{10}^{\left(\frac{T_2 - T_1}{10} \right)} = \frac{k_2}{k_1} \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{อายุการเก็บรักษา} = Q_{10} \times A \quad (2.5)$$

เมื่อ	T_1	คือ อุณหภูมิการเก็บในสภาวะปกติ
	T_2	คือ อุณหภูมิการเก็บในสภาวะเร่ง
	k_1	คือ ค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิการเก็บในสภาวะปกติ
	k_2	คือ ค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิการเก็บในสภาวะเร่ง
	Q_{10}	คือ อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 10 องศาเซลเซียส
	A	คือ ช่วงเวลาการเก็บในสภาวะเร่ง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Feng และคณะ (2021) ศึกษาเรื่องบทบาทของเทคนิคการอบแห้งต่อคุณสมบัติทางกายภาพ การคืนตัว รสชาติ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของกระเทียม พบว่า การอบด้วยวิธีที่แตกต่างกันส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณสมบัติของกระเทียม การทำแห้งแบบเยือกแข็งภายใต้สภาวะสุญญากาศมีคุณภาพทางด้านสีที่ดีกว่า, มีการหดตัวที่ต่ำและที่ความแข็งที่ต่ำ การทำแห้งแบบลมร้อน มีคุณภาพที่แย่ที่สุดในการหดตัว, มีสีที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล, มีสารชีวภาพในปริมาณต่ำและมีสารต้านอนุมูลอิสระต่ำ

Yao และคณะ (2019) ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์อย่างครอบคลุมและการเปรียบเทียบระหว่างวิธีการอบแห้งสุญญากาศและเตาอบไฟฟ้าสำหรับหัวฝักริ้นจีน (*Crocus sativus* L.) พบว่า การอบแห้งแบบสุญญากาศนั้นส่งผลทำให้หัวฝักริ้นแห้งเร็วขึ้น และภายใต้การอบแห้งสุญญากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้อัตราการอบแห้งที่เร็วขึ้นและยังมีอัตราการอบแห้งที่เร็วขึ้นจะส่งผลต่อช่องว่างระหว่างโครงสร้างทางจุลภาคที่เปิดกว้างมากขึ้นบนพื้นผิวของหัวฝักริ้น

EL-Mesery และคณะ (2022) ศึกษาเรื่องการออกแบบเครื่องอบแห้งแบบไฮบริดที่ใช้พลังงานต่ำ: กรณีศึกษากระบวนการอบแห้งกระเทียม (*Allium sativum*) พบว่า อัลลิซินมีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งที่ยาวนาน โดยเกิดจากการทำให้แอลลิอินเอส (เอนไซม์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนอัลลิอินเป็นอัลลิซิน) ซึ่งจะไม่ทำงานที่อุณหภูมิที่สูงและอัลลิซินมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงของค่าในสีกระเทียมแห้ง

Han และคณะ (2023) ศึกษาเรื่องอิทธิพลของอิเล็กโทรไฮโดรไดนามิกต่อลักษณะการอบแห้งและคุณสมบัติทางฟิสิกเคมีของกระเทียม พบว่า การอบที่อุณหภูมิที่ต่ำส่งผลต่อการรักษาปริมาณของ

สารอัลลิซินที่มากกว่าและการอบแห้งที่มีอัตราการทำแห้งที่สูงจะมีผลในการรักษาปริมาณของสารอัลลิซิน เฉากเช่นเดียวกับค่าสีของกระเทียมอบ

Wongsa และคณะ (2023) ศึกษาเรื่องอิทธิพลของวัสดุบรรจุภัณฑ์อาหารและอายุการเก็บรักษา ต่อกระเทียมอบแห้ง (*Allium sativum* L.) ในด้านคุณภาพและความเสถียรของปริมาณอัลลิซิน/ฟีนอลิก พบว่า ปัจจัยในด้านบรรจุภัณฑ์มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อปริมาณความชื้นและกิจกรรมของน้ำ ของกระเทียมแห้งที่บรรจุในถุง และปัจจัยในด้านระยะเวลาการจัดเก็บมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยในด้าน ของอุณหภูมิในการจัดเก็บเป็นอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของกระเทียมอบแห้งที่จัดเก็บไว้

Martin-Cabrejas และ Goicoechea-Oses (2024) ศึกษาเรื่องความสามารถในการเป็นสารต้าน ออกซิเดชันของน้ำมันหอมระเหยจากกระเทียมโดยการเติมเข้าไปในน้ำมันดอกทานตะวัน พบว่า การเติม น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อเสถียรภาพของการออกซิเดชันของน้ำมันดอก ทานตะวัน โดยการเติมที่ความเข้มข้น 0.005% ไม่มีผลต่อการต่อเสถียรภาพ แต่การเติมที่ความเข้มข้น 0.5% ทำให้เสถียรภาพลดต่ำลง และการเติมที่ความเข้มข้น 10% ส่งผลให้ค่าเสถียรภาพสูงขึ้น

Reiter และคณะ (2020) ศึกษาเรื่องการยับยั้งการทำงานของดีเอ็นเอโพลีเมอเรสในแบคทีเรีย โดยสารอัลลิซิน พบว่า สารอัลลิซินยับยั้งการเกิดกิจกรรมของ DNA gyrase ของเชื้อในหลอดทดลองและ ปริมาณของสารอัลลิซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิโมลาร์ สามารถยับยั้งการจำลองการสร้างของDNAของ เชื้อ *Escherichia coli* ซึ่งเทียบเท่ากับการใช้กรดนาดีดิกที่ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับการต้านเชื้อแบคทีเรีย

ชื่อ	ความเข้มข้นของอัลลิซิน (MIC ไมโครกรัม/มล.)	ผู้วิจัย
<i>Acinetobacter baumannii</i> ATCC 19606	20	Uzun et al. (2019)
<i>Enterobacter cloacae</i>	125	Tao et al. (2023)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	0.125	Uzun et al. (2019)
<i>Escherichia coli</i> K12 Ec	32	Leontiev et al. (2018)
<i>Enterococcus faecium</i> ATCC BAA2127	5	Uzun et al. (2019)
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 700603	20	Uzun et al. (2019)
<i>Micrococcus luteus</i> Ml	16	Leontiev et al. (2018)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	80	Uzun et al. (2019)
<i>Pseudomonas fluorescens</i> PF-01	128	Leontiev et al. (2018)
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i> 4612 Ps4612	16	Leontiev et al. (2018)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	10	Uzun et al. (2019)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	8	Zainal et al. (2021)
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	12.5	Wu et al., (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับการต้านเชื้อรา

	ความเข้มข้นของอัลลิซิน (MIC ไมโครกรัม/มล.)	ผู้วิจัย
<i>Aspergillus flavus</i>	2	Choo et al. (2020)
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2	Choo et al. (2020)
<i>Aspergillus niger</i>	2	Choo et al. (2020)
<i>Aspergillus terreus</i>	2	Choo et al. (2020)
<i>Aspergillus versicolor</i>	2	Choo et al. (2020)
<i>Candida Albicans</i> ATCC 102316	80	Uzun et al. (2019)
<i>Candida Albicans</i> ATCC 14053	8	Zainal et al. (2021)
<i>Candida krusei</i>	0.3	Ankri & Mirelman (1999)
<i>Cryptococcus neoformans</i>	0.3	Ankri & Mirelman (1999)
<i>Candida parapsilosis</i>	0.15	Ankri & Mirelman (1999)
<i>Candida tropicalis</i> ATCC 13803	40	Leontiev et al. (2018)
<i>Saccharo-mycetes cerevisiae</i> BY4742 Sc	2	Leontiev et al. (2018)
<i>Torulopsis glabrata</i>	0.3	Ankri & Mirelman (1999)
<i>Torulopsis glabrata</i>	1.9	Ankri & Mirelman (1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุและสารเคมี

3.1.1.1 กระเทียมไทยแกะกลีบจากห้างสรรพสินค้า (*Allium sativum* L., จังหวัดเชียงใหม่, ประเทศไทย)

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 กรดไทโอบาร์บิฟูริก. (2-thiobabituric acid) ($C_4H_4N_2O_2S$, GR grade, Merck, ประเทศเยอรมนี)

3.1.2.2 กรดอะซิติก (Glacial) (CH_3COOH , 99.8% solution, AR grade, QRec, ประเทศนิวซีแลนด์)

3.1.2.3 อะซิโตน (Acetone) (C_3H_6O , AR grade, CARLO ERBA, ประเทศฝรั่งเศส)

3.1.2.4 Antifoaming agent

3.1.2.5 แอล-ซิสเทอีน (L-Cysteine) ($C_3H_7NO_2S$, 1 mmol/L solution, AR grade, Solarbio, ประเทศจีน)

3.1.2.6 รีเอเจนต์ของเอลล์แมน (DTNB) ($C_{14}H_8N_2O_8S_2$, 2 mmol/L solutions, AR grade, Solarbio, ประเทศจีน)

3.1.2.7 เอทานอล (C_2H_5OH , 95% solution, AR grade, RCI Labscan, ประเทศไทย)

3.1.2.8 บัฟเฟอร์ HEPES (hydroxyethyl piperazineethanesulfonic acid) ($C_8H_{18}N_2O_4S$, 1M solutions, AR grade, ThermoFisher, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.1.2.9 กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) (HCl, AR grade, RCI Labscan, ประเทศไทย)

3.1.3 อุปกรณ์

3.1.3.1 เครื่องวัดปริมาณความชื้น. (Moisture balance IR) (HB43 Moisture analyzer, Mettler Toledo, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

3.1.3.2 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Visible Spectrophotometer) (UV 1700, Shimadzu, ประเทศญี่ปุ่น)

3.1.3.3 เครื่องวัดสี (Chroma meter) (CR-400 color meter, Konica Minolta, ประเทศสิงคโปร์)

3.1.3.4 ตู้อบความร้อนแบบสุญญากาศ (Vacuum Oven) (Model 273600, Hot pack, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.1.3.5 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity Meter) (4TE, METER Group, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.1.3.6 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance 4 digits) (SI-234, Denver instruments, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

3.1.3.7 เครื่องปั่นแบบมือถือและโถปั่น

3.1.3.8 เตาหลุมให้ความร้อน (Heating mantle) (Model. 6003286, J.P. Selecta, Barcelona, ประเทศสเปน).

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมกระเทียม

นำกระเทียมไทยแกะกลีบ (*Allium sativum* L.) ที่ซื้อมาจากห้างสรรพสินค้ามาทำการปอกเปลือกกระเทียมออกและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนเป็นเวลา 10 นาที ก่อนทำการฝานด้วยเครื่องฝานขนาด 2 มม.

3.2.2 ศึกษาสถานะที่เหมาะสมของกระเทียมทำแห้งแบบสุญญากาศ Box-Behnken design

การหาสถานะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้งแบบฝานโดยใช้วิธีแบบ Box-Behnken design โดยทำการศึกษา 2 ตัวแปร 3 ระดับ คือ ความดัน (5, 15 และ 25 นิ้วปรอท) และอุณหภูมิ (50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส) โดยทำการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้

3.2.2.1 การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ (Water activity)

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม บรรจุลงในตลับวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ จากนั้นใส่ตลับลงในเครื่อง Water activity meter ที่ถูกปรับค่าด้วยน้ำกลั่น ก่อนปิดฝาเครื่อง และรอจนเครื่องทำงานเสร็จ และบันทึกค่า ทำอย่างน้อย 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

นำตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการอบมาเก็บรักษาด้วยถุง PET|VMPE|PE แบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส โดยจะวิเคราะห์ปริมาณปริมาณความชื้น, ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้, ค่าสี, ค่าความหืนและปริมาณสารอัลลิซินทุกๆ 5 วัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน และคำนวณหาค่า Q_{10} ของสารอัลลิซินในกระเทียม

3.2.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture content)

นำถาดอะลูมิเนียมอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ก่อนนำเข้า โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำถาดไปวางในเครื่อง Moisture balance IR และชั่งตัวอย่างใส่ ประมาณ 3 กรัม โดยจะทำการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องทำ 3 ซ้ำ

3.2.3.2 การวัดค่าสี

การวัดสีของตัวอย่างโดยทำการวัดค่า L^* (ความสว่าง), a^* (ค่าสีแดง) และ b^* (ค่าสีเหลือง) ด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter CR-400 ซึ่งใช้ขนาดหัวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. โดยทำการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องทำ 3 ซ้ำและนำไปคำนวณหาค่าความแตกต่างตามสมการที่ (3.1)

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2} \quad (3.1)$$

3.2.3.3 การวิเคราะห์ความหืน

การวิเคราะห์ความหืนโดยการหาค่า Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) ด้วยชั่งตัวอย่าง 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 50 มล. ลงไปแล้วนำไปปั่นให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นแบบมือถือ เทตัวอย่างลงในไปในขวดกลั่นและล้างที่ปั่นและกรองปั่นด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 47.5 มล. เทรวมกับตัวอย่างก่อนหน้านี้ เติมสารละลาย HCL 4M ปริมาตร 2.5 มล. จากนั้นเติม glass beads และสารกันฟอง ก่อนต่อเข้ากับชุดกลั่น แล้วเริ่มกลั่นจนจนกระทั่งได้ของเหลวจากการกลั่นประมาณ 50 มล. นำของเหลวที่กลั่นแล้วมาปิเปตใส่หลอดทดลองปริมาตร 5 มล. เติม TBA-reagent (TBA 0.2883 กรัม ปรับด้วยกรด acetic ความเข้มข้นร้อยละ 90 ให้ปริมาตรครบ 100 มล.) ปริมาตร 5 มล. ปิดฝาให้สนิท แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม ก่อนนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 35 นาที เมื่อครบกำหนดให้นำมาแช่น้ำเพื่อให้เย็นลงนาน 10 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับตัวอย่าง Blank (น้ำกลั่นปริมาตร 5 มล. ผสมกับ TBA-reagent ปริมาตร 5 มล.) นำไปคำนวณตามสมการที่ (3.2)

$$\text{TBARS (มก.ของมาลอนไดอัลดีไฮด์/กก.)} = 7.8 \times A_{538} \quad (3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.4 การวิเคราะห์อัลลิซิน

การวิเคราะห์หาอัลลิซินอ้างอิงจาก Sun & Wang (2018) นำตัวอย่างกระเทียมไปบดเป็นผงประมาณ 2 กรัม ผสมกับเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 % ปริมาตร 8 มล. นำไปเข้าอ่างอัลตราโซนิกเป็นเวลา 20 นาที บั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วสูงที่ 4000 รอบ/นาที ก่อนตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที นำสารละลาย cysteine (1 มิลลิโมล/ลิตร) ปริมาตร 0.25 มล. ผสมกับ DTNB (2 มิลลิโมล/ลิตร) ปริมาตร 1 มล. ก่อนนำสารตัวอย่าง 0.25 มล. หรือ บัฟเฟอร์ HEPES (blank) มาผสมก่อนปรับปริมาตรด้วยบัฟเฟอร์ HEPES ให้ครบ 6 มล. แล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร และนำไปคำนวณตามสมการ (3.3)

$$C_{\text{allicin}} \text{ (มก./มล.)} = \frac{(A_0 - A) \times d \times 162.26}{(2 \times 14150)} \times 0.7 \quad (3.3)$$

เมื่อ A_0 คือ Blank ค่าดูดกลืนแสงที่ 412 นาโนเมตร

A คือ ตัวอย่างค่าดูดกลืนแสงที่ 412 นาโนเมตร

d คือ ค่าการเจือจาง

3.2.4 การวิเคราะห์หา Q_{10} และอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต้องการเก็บรักษา

นำตัวอย่างอายุการเก็บรักษาของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่เก็บที่อุณหภูมิเริ่มต้นกับอุณหภูมิเริ่มต้น+10 องศา มาคำนวณตามสมการที่ 3.4 และนำค่า Q_{10} ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่ได้มาคำนวณหาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต้องการ ตามสมการที่ 3.6

$$Q_{10} = \frac{\text{อายุการเก็บรักษาที่ } (T_1)}{\text{อายุการเก็บรักษาที่ } (T_1 + 10)} \quad (3.4)$$

$$Q_1 = Q_{10}^{0.1} \quad (3.5)$$

$$\text{อายุการเก็บรักษาที่ } (T_2) = Q_1^{(T_1 - T_2)} \times \text{อายุการเก็บรักษาที่ } (T_1) \quad (3.6)$$

เมื่อ T_1 คือ อุณหภูมิเริ่มต้น

T_2 คือ อุณหภูมิที่ต้องการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของปริมาณอัลลิซินในกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่มีต่อผู้บริโภค ซึ่งทำการหาสภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมด้วยวิธีการออกแบบสุญญากาศ โดยมีค่าวอเตอร์แอคทีวิตีเป็นค่าตอบสนอง นอกจากนี้แล้วจึงทำการศึกษาผลของการเก็บรักษากระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่ 3 สภาวะ โดยจะทำการศึกษาผลของอัลลิซินที่เกิดขึ้นในกระเทียมด้วยวิธีการอบสุญญากาศและผลกระทบต่อผู้บริโภค ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ โดยใช้วิธีการทดลองแบบ Box-Behnken design ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 4.1 โคนผลการทดลองที่ได้จากการหาปริมาณค่าวอเตอร์แอคทีวิตีโดยหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความดันและระยะเวลา พบว่า ปริมาณค่าวอเตอร์แอคทีวิตีของกระเทียมภายหลังการอบมีค่าตั้งแต่ 0.154533 ไปจนถึง 0.891567 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การออกแบบการทดลองและผลที่สภาวะที่เหมาะสมของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ

ลำดับ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดัน (นิ้วปรอท)	เวลา (ชั่วโมง)	ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี
1	50	25	4	0.6670
2	60	15	4	0.4166
3	60	15	4	0.2147
4	70	5	4	0.1876
5	60	25	6	0.2355
6	50	25	4	0.6760
7	50	5	4	0.3911
8	60	15	4	0.3378
9	60	5	2	0.5024
10	70	15	6	0.1787
11	50	15	6	0.2821
12	70	15	2	0.3596

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

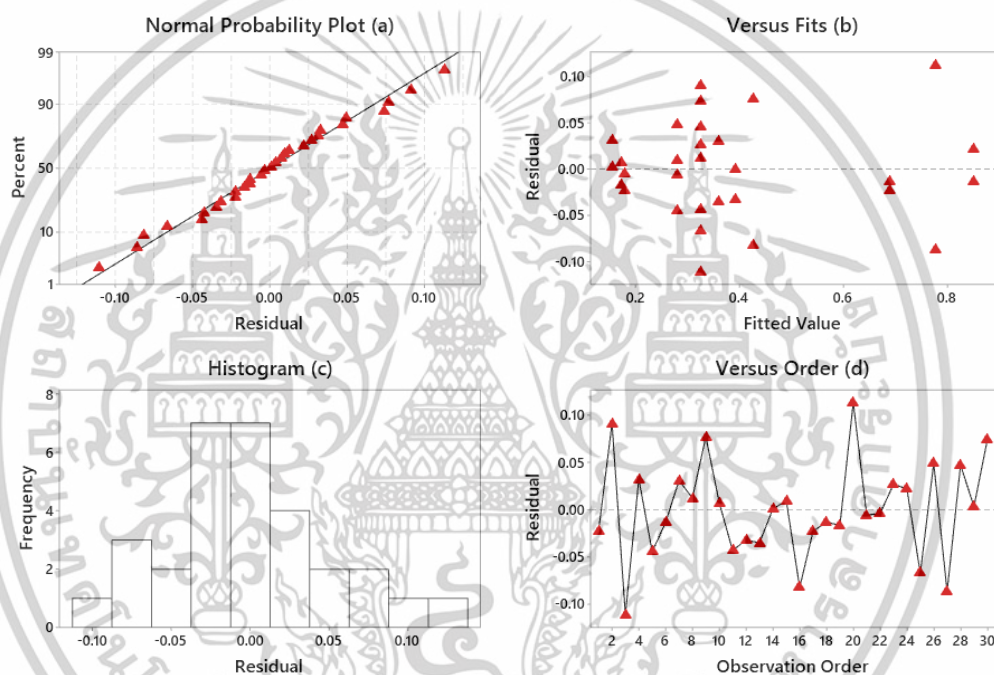
ลำดับ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความดัน (นิ้วปรอท)	เวลา (ชั่วโมง)	ค่าอเตอร์ แอกทีวิตี้
13	50	5	4	0.3253
14	70	15	2	0.3921
15	70	25	4	0.2902
16	60	5	2	0.3437
17	60	5	6	0.1556
18	50	15	2	0.8381
19	70	15	6	0.1545
20	60	25	2	0.6916
21	70	25	4	0.2751
22	60	5	6	0.1744
23	60	15	4	0.3524
24	50	15	2	0.8728
25	60	15	4	0.2588
26	60	25	6	0.3288
27	60	25	2	0.6921
28	60	15	4	0.3726
29	70	5	4	0.1587
30	50	15	6	0.3991

และจากการทดลองสามารถสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายปริมาณค่าอเตอร์แอกทีวิตี้ในอาหารของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ ดังที่แสดงในสมการที่ 4.1

$$Y_1 = 3.225 - 0.0620X_1 + 0.0505X_2 - 0.4285X_3 + 0.000325X_1^2 + 0.000134X_2^2 + 0.01916X_3^2 - 0.000509X_1X_2 + 0.003820X_1X_3 - 0.00315X_2X_3 \quad (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลที่ได้จากทดลองนี้มีความถูกต้องโดยมีค่า R^2 เท่ากับร้อยละ 94.21 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่แสดงในรูปที่ 4.1 (a) Normal Probability Plot เป็นกราฟที่ใช้เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ผลปรากฏว่า ข้อมูลกระจายเป็นเส้นตรงแสดงให้เห็นว่าข้อมูลนั้นมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ รูปที่ 4.1 (b) Versus Fits เป็นกราฟที่แสดงความเสถียรของความแปรปรวนของข้อมูล พบว่า มีค่าความแปรปรวนที่ต่ำ รูปที่ 4.1 (c) Histogram ข้อมูลมีการกระจายที่ต่ำซึ่งมีลักษณะคล้ายระฆังคว่ำรูปที่ 4.1 (d) Versus Order เป็นภาพแสดงการแจกแจงของข้อมูล ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงเส้นศูนย์หมายถึงเป็นการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่า Normal probability Fits Histogram และ Order ของปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้

ปัจจัยหลักทั้ง 3 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิ ความดันและระยะเวลา มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ต่อปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ทั้งหมดตามตารางที่ 4.2 โดยปัจจัยหลักทั้ง 3 ตัวแปร มีผลทำให้ปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ในอาหารเพิ่มขึ้นและลดลงได้เหมือนกัน แต่ปัจจัยทั้ง 3 ตัวแปรให้ผลที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.2 ค่าวิเคราะห์ทางสถิติ

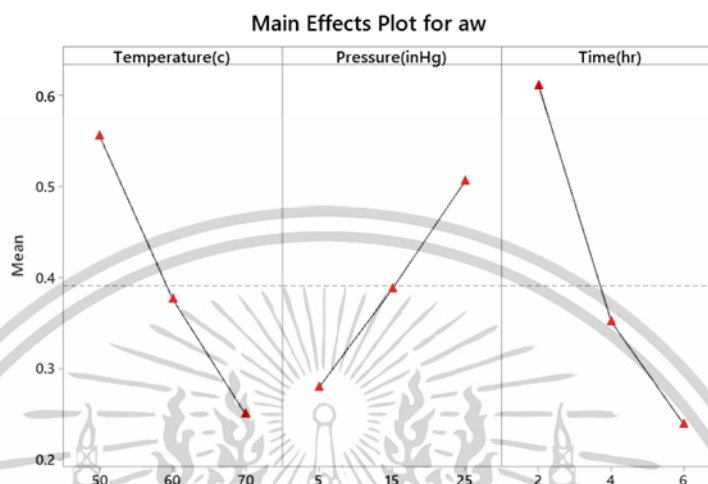
ตัวแปร	วอเตอร์แอคทีวิตี (Water Activity)		
	coefficient	T-value	P-value
Constant	3.255	3.5	0.002
X ₁	-0.0620	-2.18	0.041
X ₂	0.0505	3.20	0.004
X ₃	-0.4285	-5.14	0.000
X ₁ X ₁	0.000325	1.40	0.176
X ₂ X ₂	0.000134	0.58	0.570
X ₃ X ₃	0.01916	3.31	0.003
X ₁ X ₂	-0.000509	-2.29	0.033
X ₁ X ₃	0.0382	3.43	0.003
X ₂ X ₃	-0.0315	-2.83	0.010

^a R-squared = 94.21%

ผลของปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณค่าวอเตอร์แอคทีวิตีในกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศดังที่แสดงในรูปที่ 4.2 พบว่าปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าปริมาณค่าวอเตอร์แอคทีวิตีลดลง เนื่องด้วยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ส่งผลให้ปริมาณความชื้นและปริมาณค่าวอเตอร์แอคทีวิตีลดลง (Madamba et al., 1996; Utama-Ang et al., 2018) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rahman et al. (2009) เมื่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบกระเทียมเพิ่มขึ้น ทำให้ความเร็วในการอบแห้งเพิ่มขึ้นหรือกล่าวคือความชื้นลดลงเร็วขึ้น เช่นเดียวกับปัจจัยทางด้านระยะเวลา การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาช่วยลดปริมาณค่าวอเตอร์แอคทีวิตีลงโดยเพิ่มระยะเวลาของน้ำที่ระเหยออกไปมากขึ้น (Yulistiani et al., 2023) แต่เมื่อระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เกิดการลดลงของค่าวอเตอร์แอคทีวิตีน้อยลง (Reis, 2014) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mitra & Meda (2009) ที่กล่าวว่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งมีบทบาทอย่างมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความชื้นและกิจกรรมของน้ำ โดยการเพิ่มของระยะเวลาส่งผลต่อการลดลงของความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตี แต่ปัจจัยทางด้านความดันเมื่อความดันสูงขึ้นส่งผลให้ค่าปริมาณค่าวอเตอร์แอคทีวิตีสูงขึ้น อันเนื่องจากการลดลงของความดันทำให้ในกระบวนการอบมีความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ส่งผลให้เกิดความต่างระหว่างความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นกับกระเทียมอบแห้งและอากาศที่มากขึ้น (วรวิทย์ มานะงาน และกิตติศักดิ์ วิรินันท์กิตต์, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

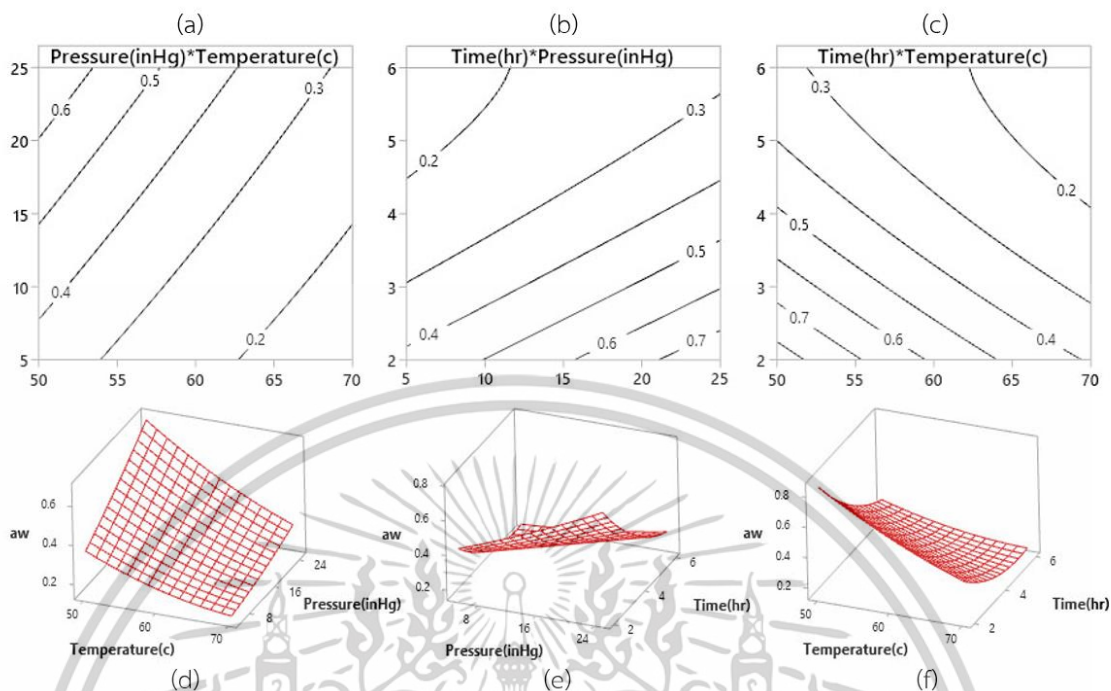
ทำให้อัตราการลดลงของปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ในกระเทียมอบแห้งที่สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Karabacak et al. (2018) เมื่อความดันที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เวลาในการอบแห้งที่มากขึ้น



รูปที่ 4.2 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ในการอบกระเทียมอบแห้ง

ผลของปัจจัยร่วมที่มีผลต่อปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ แสดงในรูปที่ 4.3 พบว่า ความดันและอุณหภูมิทำให้ค่าปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ต่ำลง เมื่อความดันลดลงจะใช้อุณหภูมิในการอบที่น้อยลง (4.3(a), 4.3(d)) และที่ความสัมพันธ์ของปัจจัยร่วมของระยะเวลาและความดัน พบว่าค่าปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้จะลดลง เมื่อใช้ค่าความดันที่ต่ำลงและระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น การใช้ค่าความดันที่ต่ำจะใช้ระยะเวลาในการอบที่ลดลงและพบว่าค่าปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้จะมีค่าต่ำที่ความดันที่ต่ำและระยะเวลาที่มาก (4.3(b), 4.3(e)) ในการอบกระเทียมปัจจัยร่วมของระยะเวลากับอุณหภูมิ ล้วนส่งผลร่วมกันต่อการลดลงของค่าปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ เมื่อค่ามีปัจจัยร่วมที่สูงขึ้น (4.3(c), 4.3(f))

จากผลของปัจจัยที่ใช้เพื่อหาค่าสภาวะที่เหมาะสมของค่าปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ พบว่า ที่อุณหภูมิ ความดันและระยะเวลา ที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส 20 นิ้วปรอท 3.5 ชั่วโมงตามลำดับ ปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ของกระเทียมอบแห้งจะเท่ากับ 0.3003 ดังนั้นจึงมีการทดสอบเพื่อยืนยันค่าจากสภาวะที่เหมาะสม โดยการทำการทดลองเพื่อหาค่าจำนวน 3 ซ้ำ พบว่า ปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้เท่ากับ 0.3547 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทำนายของสมการ แสดงให้เห็นว่าสมการที่ใช้ในการทำนายมีความถูกต้องแม่นยำในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการหาค่าของกระเทียมอบแห้ง



รูปที่ 4.3 ปัจจัยร่วมที่มีผลต่อปริมาณค่าอวอเตอร์แอคทีวิตี้ในการอบกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ

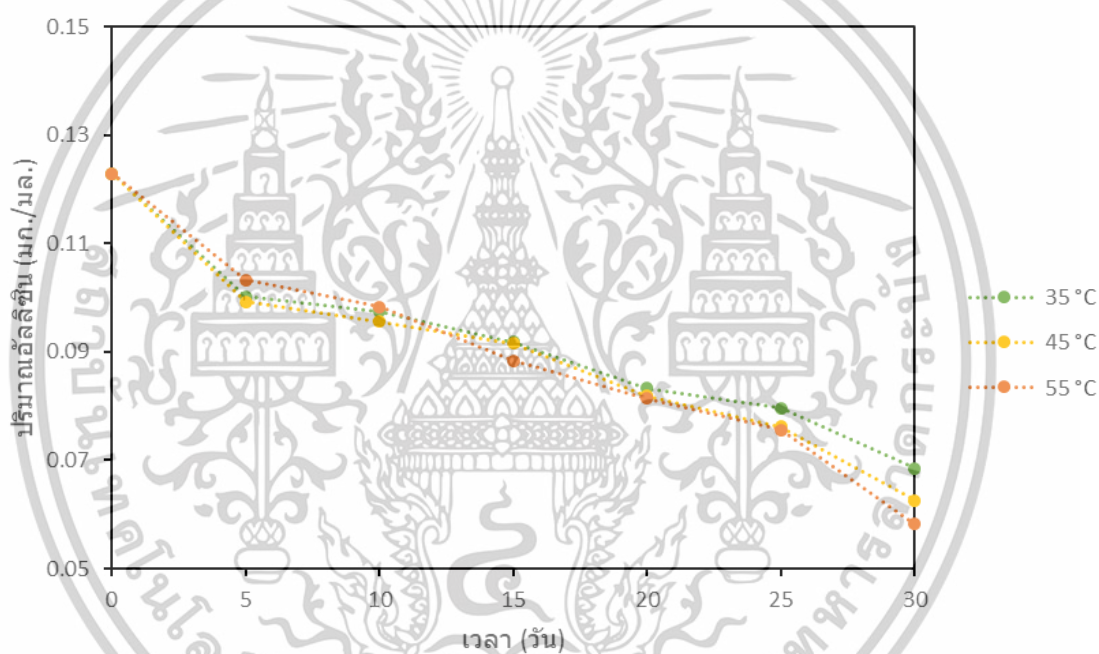
4.2 ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงของอัลลิซินตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน

จากการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 1 เดือน โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่อุณหภูมิ ความดันและระยะเวลา ที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส 20 นิ้วปรอท 3.5 ชั่วโมงตามลำดับ พบว่า ปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ ที่ตรวจพบก่อนและหลังการอบมีค่าเท่ากับ 0.1654 และ 0.1228 มก./มล. เมื่อนำมาคำนวณพบว่าปริมาณค่าอัลลิซินที่สูญเสียด้วยวิธีการอบแห้งสุญญากาศเท่ากับ 25.75% เนื่องจากอัลลิซินเป็นสารอัลลิซินเป็นสารที่ไม่เสถียร และไม่ทนต่อความร้อนจึงเกิดการสลายตัวได้ง่าย (สิงหนาท พวงจันทร์แดง และรุ่งกานต์ บุญนาถกร, 2551) และประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์อัลลิเนสที่จะเปลี่ยนสารอัลลิอินให้กลายเป็นสารอัลลิซินจะลดลงที่อุณหภูมิสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส (Krest & Keusgen, 1999) ส่งผลให้เกิดการสร้างอัลลิซินที่น้อยลง แต่ถึงอย่างนั้นวิธีการอบแห้งสุญญากาศที่สภาวะนี้มีค่าการสูญเสียที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Rahman et al. (2009) ที่ใช้วิธีการอบแห้งสุญญากาศแบบเดียวกัน แต่มีปริมาณค่าอัลลิซินที่สูญเสียด้วยวิธีการอบแห้งสุญญากาศเท่ากับ 35.3% และน้อยกว่าวิธีการอบแห้งแบบลมร้อนที่มีปริมาณค่าอัลลิซินที่สูญเสียด้วยวิธีการอบแห้งสุญญากาศเท่ากับ 29.5%

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นปริมาณของสารอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่บรรจุในถุง PET|VMPET|PE ที่จัดเก็บในอุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าปริมาณค่าสารอัลลิซินที่ตรวจพบที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 30 วันของแต่ละอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35, 45 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55 องศาเซลเซียส คือ 0.0686, 0.0626 และ 0.0582 มก./มล. ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงผลการทำนาย การเปลี่ยนแปลงของค่าสารอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง พบว่าค่าสารอัลลิซินมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยของเวลาแต่ปัจจัยของอุณหภูมิไม่ได้มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อการเพิ่มขึ้น โดยเห็นได้จากรูปที่ 4.4 สารอัลลิซินเป็นสารที่ไม่เสถียร และไม่ทนต่อความร้อนจึงเกิดการสลายตัวได้ง่าย จากงานวิจัยของ Tanongkankit (2019) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิการเก็บของสารสกัดอัลลิซิน ส่งผลต่อการลดลงของค่าครึ่งอายุอย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ludlow et al. (2021) ที่กล่าวถึงว่าอุณหภูมิในการเก็บของกระเทียมส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการเกิดของสารอัลลิซิน



รูปที่ 4.4 ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 , 45 , 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่า Zero order rate constant (k) และ Q_{10} ของการเปลี่ยนแปลงของค่าสารอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าค่า k ของการเปลี่ยนแปลงของค่าสารอัลลิซินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เก็บรักษา โดยค่า Q_{10} ที่อุณหภูมิ 35 และ 45 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 1.09 และ 1.08 ตามลำดับ กระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่เก็บที่อุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 1 เดือนจะมีค่าปริมาณสารอัลลิซินเท่ากับ 0.0686 มก./มล. ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศและอายุการเก็บรักษาที่ได้จากการคำนวณหากเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยคือ 76 ถึง 77 วัน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.3 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongsu และคณะ (2023) ที่เมื่อระยะเวลาที่มีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของสารในกระเทียมรวมไปถึงสารอัลลิซิน

ตารางที่ 4.3 ตารางการวิเคราะห์หาอายุการเก็บรักษาของสารอัลลิซิน

อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	K	R ²	ค่าครึ่ง ชีวิต (วัน)	Q ₁₀		อายุการเก็บรักษา ที่ 30 องศา เซลเซียส* (วัน)
				35-45	45-55	
35	-0.0472	0.9298	33.8	1.09	1.08	77.56
45	-0.052	0.9369	32.5			76.15
55	-0.0576	0.9663	29.8			

* เป็นอายุการเก็บรักษาที่ได้จากการคำนวณ

กระเทียมอบแห้งที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสมีปริมาณของอัลลิซินที่หลงเหลือมีค่าเท่ากับ 68.6 ไมโครกรัม/มล. เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (MIC) ดังที่แสดงในตารางที่ 2.2 และ พบว่าปริมาณของอัลลิซินที่หลงเหลือนั้นมากพอที่จะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคในอาหารได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zainal และคณะ (2021) ที่พบว่าค่า MIC ของอัลลิซินที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* อยู่ที่ 8 ไมโครกรัม/มล. เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Uzun และคณะ (2019) ที่สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/มล. และสามารถยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ที่ความเข้มข้น 0.125 ไมโครกรัม/มล. และจากงานวิจัยของ Leontiev และคณะ (2018) พบว่ามีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* K12 ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 32 ไมโครกรัม/มล. และเมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคในอาหารดังที่แสดงในตารางที่ 2.3 พบว่าปริมาณของอัลลิซิน 68.6 ไมโครกรัม/มล. สามารถยับยั้งเชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ โดยจากงานวิจัยของ Ankri และ Mirelman (1999) พบว่า การใช้อัลลิซินที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.3 ไมโครกรัม/มล. มีความสามารถในการต้านเชื้อรา *Candida krusei* และเหมือนกับงานวิจัยของ Leontiev และคณะ (2018) พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารอัลลิซินที่ 40 ไมโครกรัม/มล. สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Candida tropicalis* ATCC 13803 ได้ โดยเนื่องจากสารอัลลิซินมีความสามารถในการยับยั้งการสาร RNA ของแบคทีเรียและส่งผลให้เกิดการสร้างเซลล์ที่ไม่สมบูรณ์ก่อนที่จะตายลงในที่สุด (Borlinghaus et al., 2014; Rahman., 2007) โดยงานวิจัยของ Balogun และคณะ (2023) พบว่า การเติมกระเทียมลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเนื้อไก่และเนื้อวัวมีส่วนช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคในอาหารต่างๆ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ *Salmonella typhimurium* เช่นเดียวกันงานวิจัยของ Iheagwara และคณะ (2019) พบว่า การเติมสารอัลลิซินในปลาแมกเคอเรล (*Scomber scombrus*) รมควันที่ความเข้มข้น 4 % มีผลต่อการยับยั้งการเกิดของจำนวนเชื้อรา และหากมาพิจารณาจนถึงเชื้อราที่พบปนเปื้อนอยู่ในกระเทียมที่ถูกจัดเก็บจะพบว่ามีเชื้อรา *Aspergillus niger* ซึ่งอยู่ในกลุ่มของเชื้อราตระกูล *Aspergillus* ปนเปื้อนอยู่เสมอ (Chavda & Brahmabhatt, 2016) ซึ่งสารอัลลิซินมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อราในกลุ่มนี้ จากงานวิจัยของ บุญญวดี จิระวุฒิ และคณะ (2015) พบว่า สารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้น 5% ขึ้นไปในอาหารเลี้ยงเชื้อมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Aspergillus flavus* และที่ความเข้มข้น 2.5% สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ และจากงานวิจัยของ Choo และคณะ (2020) พบว่าการเจริญเติบโตของเชื้อราตระกูล *Aspergillus* เช่น *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* และ *Aspergillus versicolor* จะถูกยับยั้งโดยสารอัลลิซินที่ความเข้มข้นเท่ากับ 2 ไมโครกรัม/มล. ปริมาณของอัลลิซินที่หลงเหลือในกระเทียมอบแห้งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราก่อโรคในอาหารที่มีการปนเปื้อนอยู่แล้วในกระเทียมและรวมไปถึงเชื้อก่อโรคในอาหารหลายๆชนิด เช่น *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Enterococcus faecalis* ที่เป็นสาเหตุในการก่อโรคในมนุษย์ซึ่งรวมไปถึงการเสื่อมเสียในอาหาร (Alexa et al., 2024)

4.3 ความสัมพันธ์ของปริมาณอัลลิซินต่อปัจจัยการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของกระเทียมอบแห้ง

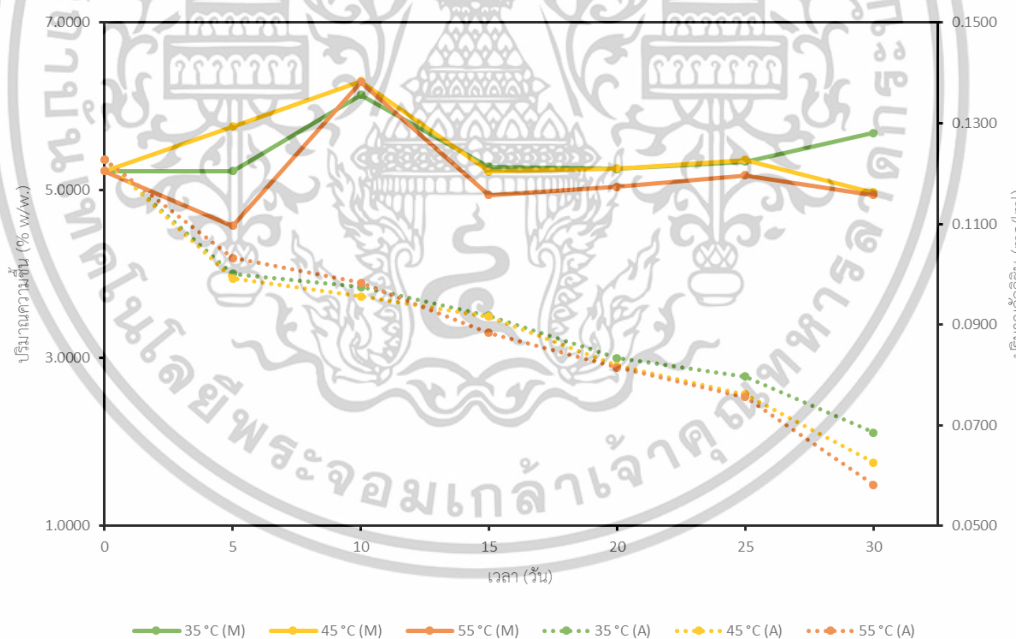
4.3.1 ค่าความชื้น (Moisture)

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่บรรจุในถุง PET/VMPET/PE ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ปริมาณความชื้นสูงสุดที่พบในการเก็บรักษาแต่ละอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส คือ 6.14%, 6.29% และ 6.29% w/w ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงผลการทำนายการเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณความชื้นของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง พบว่าค่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยของเวลาแต่ปัจจัยของอุณหภูมิไม่ได้มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อการเพิ่มขึ้น โดยเห็นได้จากรูปที่ 4.5 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nizakat Bib et al. (2008) ที่เผยให้เห็นว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอัลลิซินโดยวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรพบว่า ที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35, 45, 55 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.2028, 0.3072 และ 0.1694 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าไม่มีความสอดคล้องกันของความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นต่อสารอัลลิซิน โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นมีผลมาจากการซึมผ่านของบรรจุภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongsu และคณะ (2023) ที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นมีผลมาจากวัสดุบรรจุภัณฑ์ และงานวิจัยของ Zang และคณะ (2024) ที่พบว่า ปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงเกิดจากการซึมผ่านของวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ทำให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมที่จัดเก็บ โดยปริมาณความชื้นมีบทบาทในการรักษาเสถียรภาพและการเก็บรักษาอาหาร โดยปริมาณความชื้นของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศนั้นมีการกำหนดค่ามาตรฐานโดยปริมาณความชื้นต้องไม่เกิน 8.0% w/w ซึ่งกำหนดโดยมาตรฐาน Codex (2019) (CODEX, 2019) แต่อาหารที่มีปริมาณความชื้นเท่ากันอาจแตกต่างกันอย่างมากในเรื่องความปลอดภัยและความไวต่อการเน่าเสีย (Escobedo-Avellaneda et al., 2020) เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์จะดึงน้ำที่อยู่ในรูปของน้ำอิสระไปใช้ส่งผลให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารและการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Ndisya et al., 2021) เพราะผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงบางอย่าง มีค่าออกเทอร์แอคทีวิตีที่ต่ำเนื่องจากการเติมส่วนผสมที่ยึดเกาะกับน้ำ เช่น เกลือและน้ำตาล (Karuppuchamy et al., 2024)



รูปที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นและอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ

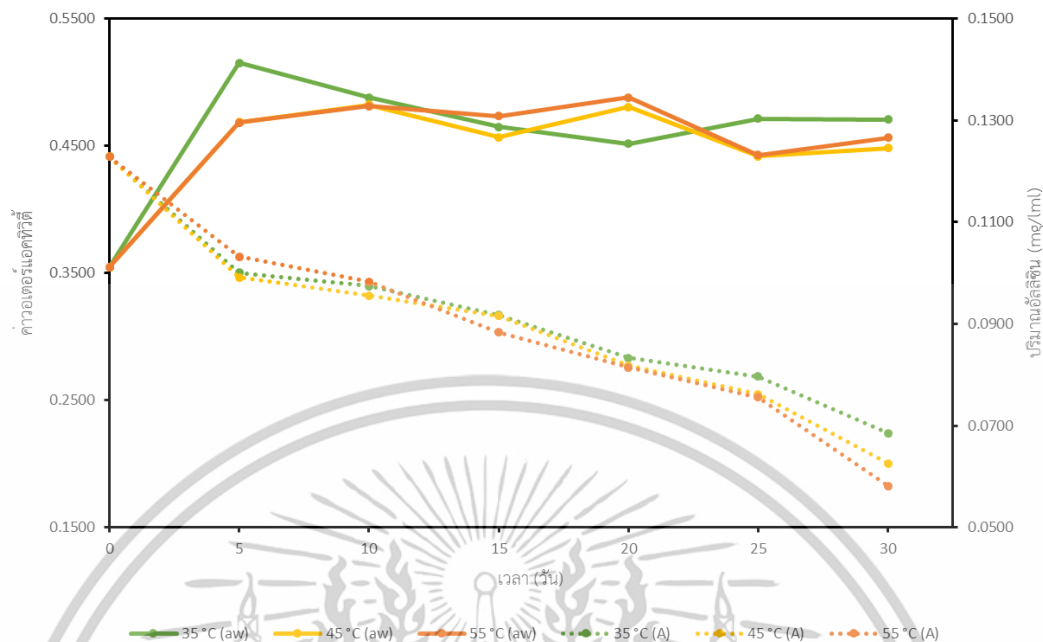
35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน (M คือปริมาณความชื้น, A คือปริมาณอัลลิซิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ (Water Activity)

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ของกระเทียมอบแห้งแบบสูญญากาศที่บรรจุในถุง PET|VMPET|PE ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ที่สูงสุดที่พบในการเก็บรักษาแต่ละอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส คือ 0.52 0.48 และ 0.49 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงผลการทำนายการเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ของกระเทียมอบแห้งแบบสูญญากาศโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง พบว่าค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยของเวลาแต่ปัจจัยของอุณหภูมิไม่ได้มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อการเพิ่มขึ้น โดยเห็นได้จากรูปที่ 4.6 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Madhu et al. (2021) ที่กล่าวว่า ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นและเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอัลลิซินโดยวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรพบว่า ที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.5623, -0.5978 และ -0.6330 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกันของความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ต่อสารอัลลิซินที่ต่ำ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ของกระเทียมเกิดจากความสามารถในการซึมผ่านของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ (Wongsa et al., 2023) และอาจเกิดจากการที่โครงสร้างของอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา (Morris & Groves, 2013) ส่งผลให้เอนไซม์อัลลิเนสทำการย่อยอัลลิซินแล้วทำให้เกิดอัลลิซินและน้ำแล้วเกิดเป็นน้ำอิสระในอาหาร โดยค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้เป็นหนึ่งในตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการกำหนดอายุการเก็บรักษา (Chowdhury et al., 2011) ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ควบคุมการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์และสารเคมีที่มีผลต่อความคงตัว คุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร (Escobedo-Avellaneda et al., 2020) จากงานวิจัยของ Chacón-Flores และคณะ (2023) พบว่า การลดค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ในลิมน้ำนมให้มีค่าเท่ากับ 0.8 มีผลต่อการยับยั้งการเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* ภายใน 24 ชั่วโมง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Setyowati และ Purnawati (2024) พบว่าการลดค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ในอาหารเลี้ยงเชื้อให้มีค่าเท่ากับ 0.9 มีผลต่อการยับยั้งการเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ของอาหารไม่ควรเกิน 0.6 ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (IMF) ที่จะปราศจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Labuza et al., 1972)



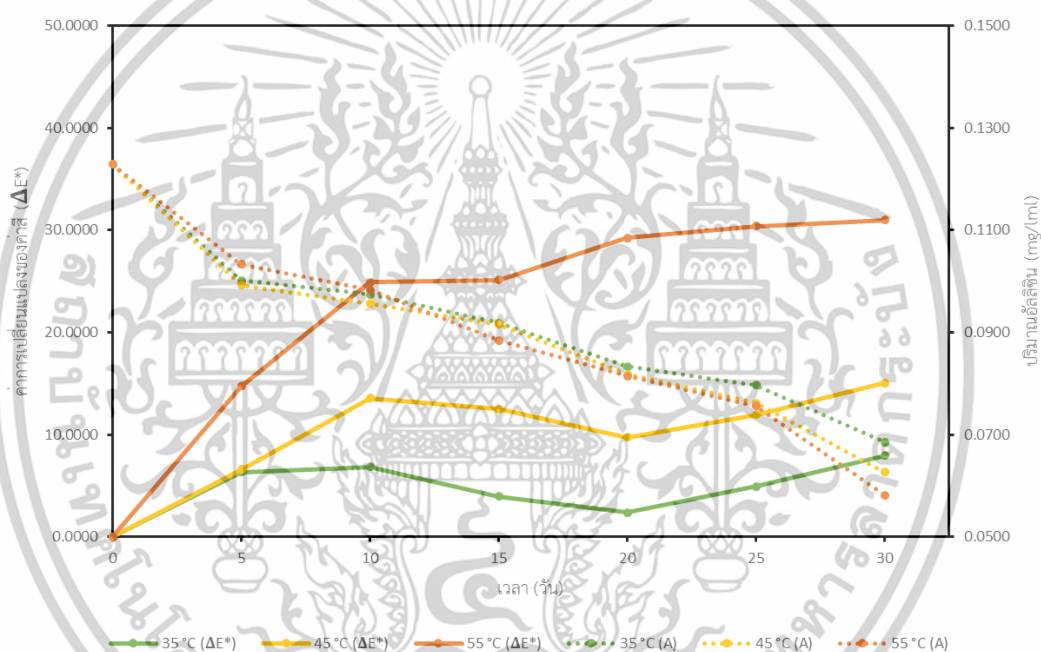
รูปที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอกทีวิตีและอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน (aw คือค่าวอเตอร์แอกทีวิตี, A คือปริมาณอัลลิซิน)

4.3.3 ค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (ΔE^*)

จากรูป 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (ΔE^*) ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่บรรจุในถุง PET/VMPET/PE ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ค่าสี (ΔE^*) ที่สูงสุดที่พบในการเก็บรักษาแต่ละอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส คือ 7.94, 15.06 และ 30.97 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงผลการทำนายการเปลี่ยนแปลงของค่าสี (ΔE^*) ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง พบว่าค่าสี (ΔE^*) มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การเพิ่มขึ้นของค่าสีเกิดจากการปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยจะส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์ในการอบแห้งและในการเก็บรักษาเป็นผลพวงมาจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยจะมีผลเพิ่มมากขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงและปริมาณน้ำที่ต่ำ (Kaymak-Ertekin & Gedik, 2005) สอดคล้องกับงานวิจัย (Devi et al., 2016) ที่กล่าวว่า ผงน้ำผึ้งอบแห้งสุญญากาศจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าสีตามระยะเวลาที่จัดเก็บ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prachayawarakorn และคณะ (2004) รายงานว่าค่าความสว่าง สีแดง และสีเหลืองของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศระหว่างการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ โดยเห็นได้จากรูปที่ 4.7 เมื่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลทำให้การเปลี่ยนแปลงของค่าสีที่มากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอัลลิซินโดยวิเคราะห์ค่า

สหสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรพบว่า ที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.6167 , -0.8470 และ -0.9347 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกันของความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีต่อสารอัลลิซิน โดยปริมาณของอัลลิซินมีผลต่อค่าสีกระเทียมอบแห้งโดยการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์ (Han et al., 2023) โดยจากงานวิจัยของ Peng และคณะ (2015) พบว่า การใช้อัลลิซินในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์ในก้านผักกาดหอมมีผลในการยับยั้งพอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) โดยการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระลดออกซิเจนและสารคีเลตที่มีผลต่อการออกซิไดซ์สารพีนอลรวมถึงยับยั้งการเสื่อมเสียของสีในกรดแอสคอบิก



รูปที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบค่าสี (ΔE^*) และอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน (ΔE^* คือค่าสี, A คือปริมาณอัลลิซิน)

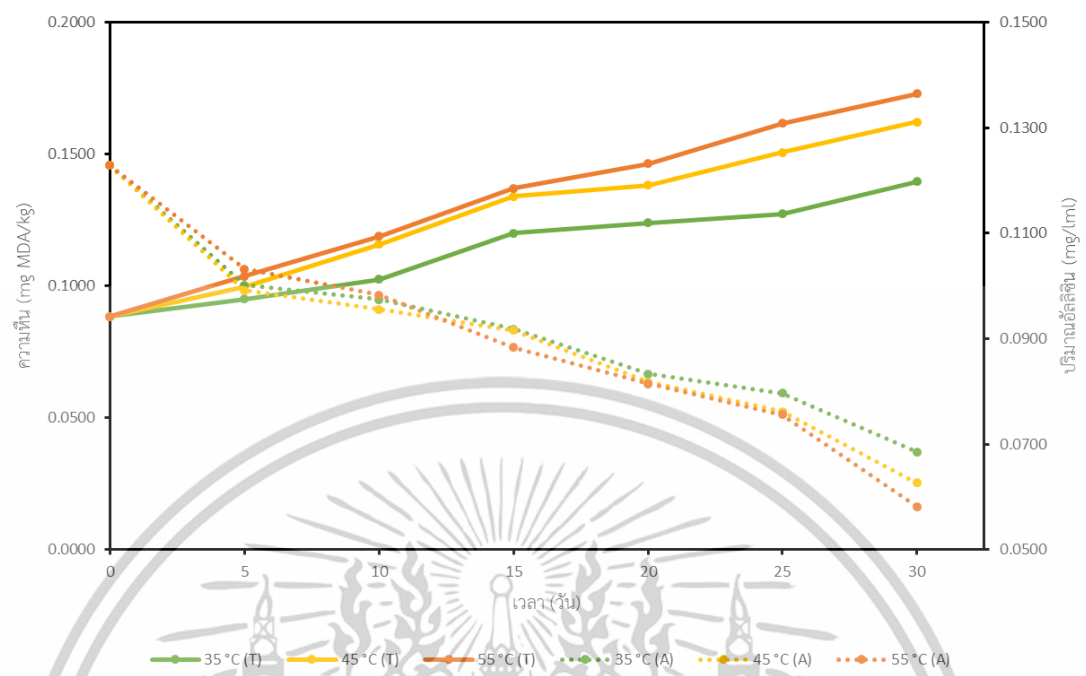
4.3.4 ค่าความหืน (TBARS)

จากรูป 4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความหืนของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่บรรจุในถุง PET|VMPET|PE ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ค่าความหืนที่สูงที่สุดที่พบในการเก็บรักษาแต่ละอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส คือ 0.1428, 0.1678 และ 0.1823 มก.ของมาลอนไดอัลดีไฮด์/กก. ตามลำดับ

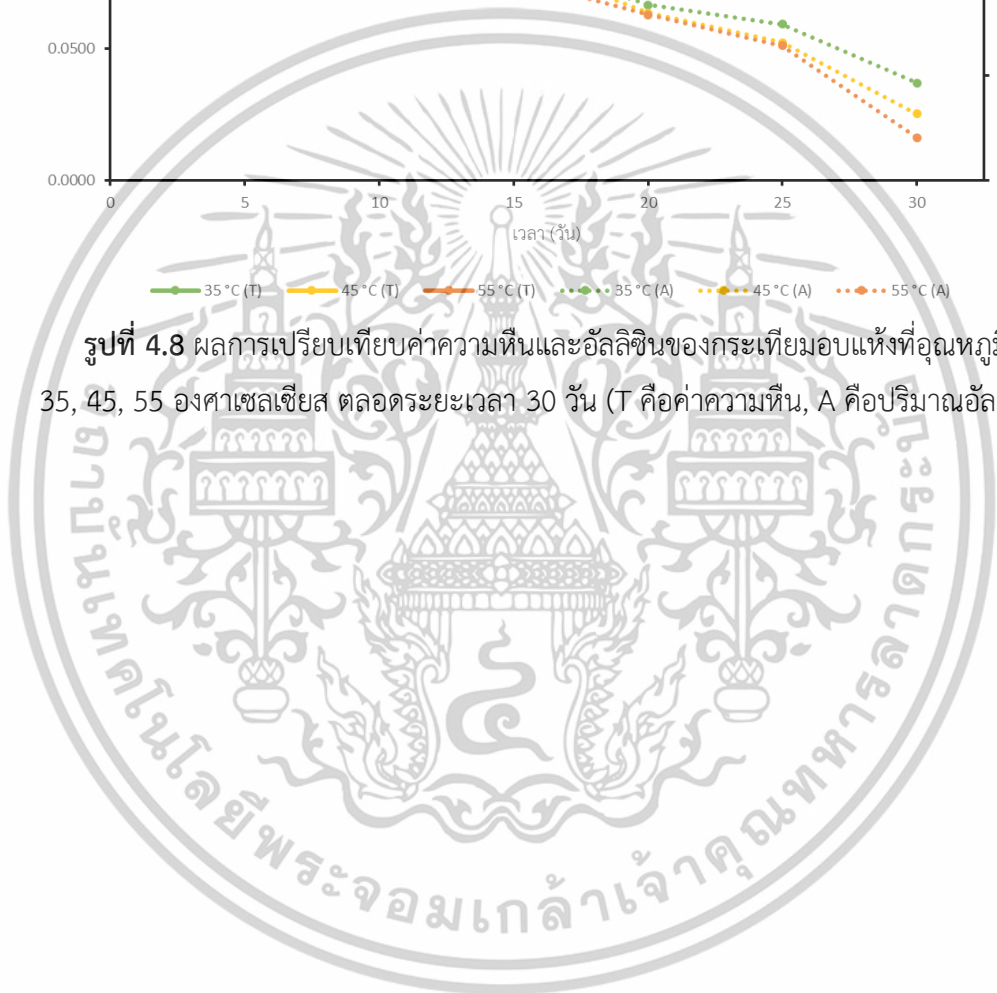
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาถึงผลการทำนายการเปลี่ยนแปลงของค่าความหืนของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง พบว่าค่าความหืนมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีผลอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยของเวลาและอุณหภูมิ โดยเห็นได้จากรูปที่ 4.8 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Promkhan และคณะ (2020) ระบุว่า ค่าความหืนของผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบกรอบบรรจุกระป๋องมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu et al. (2019) ที่การเก็บรักษาถั่วลิสงที่อุณหภูมิที่สูงจะส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่มากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอัลลิซินโดยวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรพบว่า ที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.9467, -0.9571 และ -0.9642 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกันของความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงของค่าความหืนต่อสารอัลลิซิน ในกระเทียมมีสารประกอบที่มีอยู่ในรูปของกรดไขมัน (Kamanna & Chandrasekhara., 1980) ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยสารอัลลิซินจะมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันซึ่งเป็นสาเหตุของการลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในน้ำมัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Zhang และคณะ (2016) พบว่าการเติมสารอัลลิซินมีส่วนช่วยในการลดค่าTBARSในเนื้อวัวบด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Iheagwara และคณะ (2019) พบว่า การเติมสารอัลลิซินในปลาแมกเคอเรล (*Scomber scombrus*) ร่มควันที่ความเข้มข้น 4 % มีผลในการลดการเกิดของค่าTBARSได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อสารอัลลิซินลดลงจึงเป็นผลให้ปริมาณของTBARSที่สูงขึ้น และปริมาณของอัลลิซินที่ไม่มากพอจะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้น โดยจากงานวิจัยของ Martín-Cabrejas และ Goicoechea-Oses (2024) พบว่า การเติมน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อเสถียรภาพของการออกซิเดชันของน้ำมันดอกทานตะวัน โดยการเติมที่ความเข้มข้น 0.005% ไม่มีผลต่อการต่อเสถียรภาพ แต่การเติมที่ความเข้มข้น 0.5% ทำให้เสถียรภาพลดต่ำลง และการเติมที่ความเข้มข้น 10% ส่งผลให้ค่าเสถียรภาพสูงขึ้น และเนื่องด้วยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระและเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ (Wang et al., 2023) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ออกซิเดชันมีการเกิดของสารต่างๆ เช่น H_2O_2 , เปอร์ออกซิไนไตรด์, อนุมูลไฮดรอกซิล และกลุ่มอัลดีไฮด์ที่มีปฏิกิริยา ซึ่งมีส่งผลต่อส่วนประกอบของกล้ามเนื้อ และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางกายภาพและการทำงานของไมโอซิน (Geng et al., 2023) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่สูงจะส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (Raharjo & Sofos, 1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าความหืนและอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลา 30 วัน (T คือค่าความหืน, A คือปริมาณอัลลิซิน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาการอบแห้งกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศโดยใช้การออกแบบการทดลองด้วยวิธี Box-Behnken design จะได้ค่าสภาวะที่เหมาะสมของปริมาณค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ที่อุณหภูมิ ความดัน และระยะเวลา ที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส 20 นิ้วปรอท 3.5 ชั่วโมงตามลำดับ และมีปริมาณค่าอัลลิซินหลงเหลืออยู่ 0.1228 มก./มล.

เมื่อทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงและวิเคราะห์หาอายุการเก็บรักษาโดยใช้ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ ร่วมกับกฎ Q_{10} ของอัลลิซินตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 1 เดือนโดยการเก็บในอุณหภูมิสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าของสารอัลลิซินมีค่าครึ่งอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 32 วันและสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยคือ 76 ถึง 77 วัน โดยที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 เดือน มีปริมาณอัลลิซินเท่ากับ 0.0686 ไมโครกรัม/มล., ค่าความชื้นอยู่ที่ 5.6833% w/w, ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้เท่ากับ 0.4707, ค่าสีสว่าง (L^*) เท่ากับ 60.09, ค่าสีแดง (a^*) เท่ากับ 14.24, ค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 44.68 และค่าความหืน (TBARS) เท่ากับ 0.1396 มก.ของมาลอนไดอัลดีไฮด์/กก. และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณอัลลิซินต่อปัจจัยการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของกระเทียมอบแห้งพบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้, ค่าสี, ค่าความหืน (TBARS) มีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณอัลลิซินมีค่าลดลง แต่มีเพียงแค่ปริมาณความชื้นที่ไม่มีความสอดคล้องกันกับปริมาณของอัลลิซิน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาค่าของปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศในระยะยาว เพื่อให้ทราบถึงข้อเท็จจริงของอายุการเก็บรักษาของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ

5.2.2 กระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศจัดอยู่ในอาหารประเภทอาหารแห้ง ซึ่งการเลือกบรรจุภัณฑ์และสภาวะแวดล้อมในการจัดเก็บนั้นมีผลสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา

5.2.3 ควรมีการศึกษการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกระเทียมอบแห้งภายหลังการจากที่ปริมาณของอัลลิซินหมดลงเพื่อให้มั่นใจในการบริโภค

บรรณานุกรม

- ขวัญฤทัย กิวไธสง. (2560). การประเมินอายุการเก็บรักษาผงปรุงรสพริกขี้หนู (รายงานของวิชาสหกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม, คณะวิทยาศาสตร์, ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร.
- ธัญญารัตน์ สมสุ, สุธา วัฒนสิทธิ์, สุปรียา ยืนยงสวัสดิ์ และ ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ (2560). องค์ประกอบทางโภชนาการและปริมาณสารอัลลิซินในกระเทียมผงสายพันธุ์ศรีสะเกษ เชียงใหม่และจีน. วารสารเกษตร, 33(1), 131-140.
- บุญญาวดี จิระวุฒิ, เนตรา สมบูรณ์แก้ว, สุพี วนศิริกุล, อังราพร ศรีจตุมา และ อมรา ชินภูติ (2015). การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และลดปริมาณสารแอฟลาทอกซินโดยสารออกฤทธิ์จากกระเทียม. Thai Agricultural Research Journal, 33(1), 15-28.
- พรเทพ อภิมงคล และนายประวิทย์ โล่สมบูรณ์ลาภ. 2545. การอบแห้งกระเทียมภายใต้สภาวะสุญญากาศ. สาขาวิศวกรรมเคมี. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- พรรัตน์ สีนชัยพานิช นภัสสร เพ็ญสุระ อนันทิศา แสงสุริยวงษ์และ ศศพินท์ ดิษนิล. 2565. การทดสอบอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในสภาวะเร่งอุณหภูมิ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา: 27(3)
- พิชญ์ สุขแก้ว. “ผลของธาตุอาหาร อายุเก็บเกี่ยวและสภาพการเก็บรักษาต่อปริมาณอัลลิซินในกระเทียม (*Allium sativum* L.)” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2555.
- ไพบูรณ์ จัตกุล. (2564). ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะเมตาบอลิกซินโดรมในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ศูนย์อนามัยที่ 7ขอนแก่น. ศรีนครินทร์ เวชสาร, 36(3), 273-280.
- วรวิทย์ มานะงาน และกิตติศักดิ์ วิธินันทิกิตต์. (2563). การอบแห้งดอกบัวด้วยเทคนิคสุญญากาศแบบพัลส์และอินฟราเรดร่วมกับการฝัดในซิลิกาทราย. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. 10(3), 84-98.
- วีไลศรี ลิ้มปวยอม, วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร และ โกเมศ สัตยาภูธ (2552). “การตรวจสอบคุณลักษณะของกระเทียมไทยเปรียบเทียบกับกระเทียมจีน” สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
- สิงหนาท พวงจันทร์แดง และรุ่งกานต์ บุญนาถกร. (2551). “ผลของการเก็บรักษาต่อคุณภาพของสารสกัดกระเทียม” วารสารวิจัย มข. 13 (2) : มีนาคม 2551 p 208-213 .
- สิริกัญญา กระต่ายทอง. “ผลของการทำแห้งด้วยลมร้อนภายใต้สภาวะความดันต่ำต่อจลนพลศาสตร์การทำแห้ง การเปลี่ยนแปลงสี การหดตัว และการคืนตัวของมะม่วงสุกอบแห้ง” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2563.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Aalami-Harandi, R., Karamali, M., & Asemi, Z. (2015). The favorable effects of garlic intake on metabolic profiles, hs-CRP, biomarkers of oxidative stress and pregnancy outcomes in pregnant women at risk for pre-eclampsia: randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 28(17), 2020-2027.
- Ackermann, R. T., Mulrow, C. D., Ramirez, G., Gardner, C. D., Morbidoni, L., & Lawrence, V. A. (2001). Garlic shows promise for improving some cardiovascular risk factors. *Archives of Internal Medicine*, 161(6), 813-824.
- Ahmadian, F., Mozaffari-Khosravi, H., Azaraein, M. H., Faraji, R., & Zavar-Reza, J. (2017). The effect of consumption of garlic tablet on proteins oxidation biomarkers in postmenopausal osteoporotic women: A randomized clinical trial. *Electronic physician*, 9(11), 5670.
- Alexa, E. A., Papadochristopoulos, A., O'Brien, T., & Burgess, C. M. (2024). Microbial contamination of food. In *Food Packaging and Preservation* (pp. 3-19). Academic Press.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2008). *Molecular biology of the cell*, 5th edn. Garland Science. New York.
- Allison, G. L., Lowe, G. M., & Rahman, K. (2006). Aged garlic extract may inhibit aggregation in human platelets by suppressing calcium mobilization. *The Journal of nutrition*, 136(3), 789S-792S.
- Alma, E., Eken, A., Ercil, H., Yelsel, K., & Daglioglu, N. (2014). The effect of garlic powder on human urinary cytokine excretion. *Urology Journal*, 11(1), 1308-1315.
- Andrianova, I., Sobenin, I., Sereda, E., Borodina, L., & Studenikin, M. (2003). Vliianie chesnochnykh tabletok prolongirovannogo deĭstviia "allicor" na zbolevaemost'ostryimi respiratornymivirusnymi infektsiiami u detei [Effect of long-acting garlic tablets "allicor" on the incidence of acute respiratory viral infections in children]. *Ter Arkh*, 75(3), 53-56.
- Ankri, S., & Mirelman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and infection*, 1(2), 125-129.

- Ansary, J., Forbes-Hernández, T. Y., Gil, E., Cianciosi, D., Zhang, J., Elexpuru-Zabaleta, M., Simal-Gandara, J., Giampieri, F., & Battino, M. (2020). Potential health benefit of garlic based on human intervention studies: A brief overview. *Antioxidants*, 9(7), 619.
- Ashraf, R., Aamir, K., Shaikh, A. R., & Ahmed, T. (2005). Effects of garlic on dyslipidemia in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*, 17(3).
- Ashraf, R., Khan, R. A., & Ashraf, I. (2011). Garlic (*Allium sativum*) supplementation with standard antidiabetic agent provides better diabetic control in type 2 diabetes patients. *Pak J Pharm Sci*, 24(4), 565-570.
- Atkin, M., Laight, D., & Cummings, M. H. (2016). The effects of garlic extract upon endothelial function, vascular inflammation, oxidative stress and insulin resistance in adults with type 2 diabetes at high cardiovascular risk. A pilot double blind randomized placebo controlled trial. *Journal of Diabetes and its Complications*, 30(4), 723-727.
- Bakhshi, M., Taheri, J. B., Basir Shabestari, S., Tanik, A., & Pahlevan, R. (2012). Comparison of therapeutic effect of aqueous extract of garlic and nystatin mouthwash in denture stomatitis. *Gerodontology*, 29(2), e680-e684.
- Balogun, M. A., Sobande, O. S., & Oyeyinka, S. A. (2023). Antimicrobial properties of onion and garlic extracts in beef and chicken. *Food Chemistry Advances*, 3, 100519.
- Bat-Chen, W., Golan, T., Peri, I., Ludmer, Z., & Schwartz, B. (2010). Allicin purified from fresh garlic cloves induces apoptosis in colon cancer cells via Nrf2. *Nutrition and cancer*, 62(7), 947-957.
- Bhatwalkar, S. B., Mondal, R., Krishna, S. B. N., Adam, J. K., Govender, P., & Anupam, R. (2021). Antibacterial properties of organosulfur compounds of garlic (*Allium sativum*). *Frontiers in microbiology*, 12, 613077.
- Borlinghaus, J., Albrecht, F., Gruhlke, M. C., Nwachukwu, I. D., & Slusarenko, A. J. (2014). Allicin: chemistry and biological properties. *Molecules*, 19(8), 12591-12618.

- Chacón-Flores, N. A., Olivas-Orozco, G. I., Acosta-Muñiz, C. H., Gutiérrez-Méndez, N., & Sepúlveda-Ahumada, D. R. (2023). Effect of Water Activity, pH, and Lactic Acid Bacteria to Inhibit *Escherichia coli* during Chihuahua Cheese Manufacture. *Foods*, 12(20), 3751.
- Chan, J. Y. Y., Yuen, A. C. Y., Chan, R. Y. K., & Chan, S. W. (2013). A review of the cardiovascular benefits and antioxidant properties of allicin. *Phytotherapy research*, 27(5), 637-646.
- Chan, K.-c., Hsu, C.-c., & Yin, M.-c. (2002). Protective effect of three diallyl sulphides against glucose-induced erythrocyte and platelet oxidation, and ADP-induced platelet aggregation. *Thrombosis research*, 108(5-6), 317-322.
- Charron, C. S., Dawson, H. D., Albaugh, G. P., Solverson, P. M., Vinyard, B. T., Solano-Aguilar, G. I., Molokin, A., & Novotny, J. A. (2015). A single meal containing raw, crushed garlic influences expression of immunity-and cancer-related genes in whole blood of humans. *The Journal of nutrition*, 145(11), 2448-2455.
- Chavda, H. C., & Brahmabhatt, A. B. (2016). Market survey on incidence of black mold rot of garlic (*Allium sativum* L.).
- Choo, S., Chong, P. P., Tay, S. T., Wong, E. H., Madhavan, P., & Yong, P. (2020). Inhibition of sessile and biofilm growth in various *Aspergillus* species by allicin associated with disruption to structural changes in cell wall. *International Journal of Infectious Diseases*, 101, 71.
- Choudhary, P. R., Jani, R. D., & Sharma, M. S. (2018). Effect of raw crushed garlic (*Allium sativum* L.) on components of metabolic syndrome. *Journal of dietary supplements*, 15(4), 499-506.
- Chowdhury, K., Khan, S., Karim, R., Obaid, M., & Hasan, G. (2011). Effect of Moisture, Water Activity and Packaging Materials on Quality and Shelf Life of Some Locally Packed Chanachur. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res*, 46(1), 33-40.
- CODEX. (2019). STANDARD FOR DRIED OR DEHYDRATED GARLIC. 2022: CODEX Retrieved from https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCodex%252Fstandards%252FCXS%2B347-2019%252FCXS_347e.pdf

- Dehghani, S., Alipoor, E., Salimzadeh, A., Yaseri, M., Hosseini, M., Feinle-Bisset, C., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2018). The effect of a garlic supplement on the pro-inflammatory adipocytokines, resistin and tumor necrosis factor-alpha, and on pain severity, in overweight or obese women with knee osteoarthritis. *Phytomedicine*, 48, 70-75.
- Devi, K. D., Paul, S. K., & Sahu, J. K. (2016). Study of sorption behavior, shelf life and colour kinetics of vacuum puffed honey powder at accelerated storage conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 2334-2341.
- Dreher, M. L. (2018). *Dietary patterns and whole plant foods in aging and disease*. Springer.
- Ebrahimi, F., Dolatian, M., Moatar, F., & Majd, H. A. (2015). Comparison of the therapeutic effects of Garcin® and fluconazole on *Candida vaginitis*. *Singapore medical journal*, 56(10), 567.
- EL-Mesery, H. S., Sarpong, F., Xu, W., & Elabd, M. A. (2022). Design of low-energy consumption hybrid dryer: A case study of garlic (*Allium sativum*) drying process. *Case Studies in Thermal Engineering*, 33, 101929.
- EMA, E. (2017). Assessment report on *Allium sativum* L., bulbus. In: European Medicines Agency London.
- Escobedo-Avellaneda, Z., Rodríguez-Martínez, V., Serment-Moreno, V., Velázquez, G., Welti-Chanes, J., & Torres, J. A. (2020). Selected applications of water activity management in the food industry. *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*, 465-482.
- Feng, Y., Xu, B., Yagoub, A. E. A., Ma, H., Sun, Y., Xu, X., Yu, X., & Zhou, C. (2021). Role of drying techniques on physical, rehydration, flavor, bioactive compounds and antioxidant characteristics of garlic. *Food Chemistry*, 343, 128404.
- Gail, M. H., & You, W.-C. (2006). A factorial trial including garlic supplements assesses effect in reducing precancerous gastric lesions. *The Journal of nutrition*, 136(3), 813S-815S.
- Gatt, M. E., Strahilevitz, J., Sharon, N., Lavie, D., Goldschmidt, N., Kalish, Y., Gural, A., & Paltiel, O. B. (2015). A randomized controlled study to determine the efficacy of

- garlic compounds in patients with hematological malignancies at risk for chemotherapy-related febrile neutropenia. *Integrative Cancer Therapies*, 14(5), 428-435.
- Gebhardt, R., & Beck, H. (1996). Differential inhibitory effects of garlic-derived organosulfur compounds on cholesterol biosynthesis in primary rat hepatocyte cultures. *Lipids*, 31(12), 1269-1276.
- Geng, L., Liu, K., & Zhang, H. (2023). Lipid oxidation in foods and its implications on proteins. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1192199.
- Ghorbani, A., Zarvandi, M., & Rakhshandeh, H. (2019). A randomized controlled trial of a herbal compound for improving metabolic parameters in diabetic patients with uncontrolled dyslipidemia. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders)*, 19(7), 1075-1082.
- Gökalp, F. (2018). The inhibition effect of garlic-derived compounds on human immunodeficiency virus type 1 and saquinavir. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 32(11), e22215.
- Gómez-Arbeláez, D., Lahera, V., Oubiña, P., Valero-Muñoz, M., De las Heras, N., Rodríguez, Y., García, R. G., Camacho, P. A., & López-Jaramillo, P. (2013). Aged garlic extract improves adiponectin levels in subjects with metabolic syndrome: A double-blind, placebo-controlled, randomized, crossover study. *Mediators of inflammation*, 2013(1), 285795.
- Gruhlke, M. C., Portz, D., Stitz, M., Anwar, A., Schneider, T., Jacob, C., Schlaich, N. L., & Slusarenko, A. J. (2010). Allicin disrupts the cell's electrochemical potential and induces apoptosis in yeast. *Free Radical Biology and Medicine*, 49(12), 1916-1924.
- Han, B., Ding, C., Jia, Y., Wang, H., Bao, Y., Zhang, J., ... & Lu, J. (2023). Influence of electrohydrodynamics on the drying characteristics and physicochemical properties of garlic. *Food Chemistry: X*, 19, 100818.
- Higashi, Y., Noma, K., Yoshizumi, M., & Kihara, Y. (2009). Endothelial function and oxidative stress in cardiovascular diseases. *Circulation journal*, 73(3), 411-418.

- Hou, L.-q., Liu, Y.-h., & Zhang, Y.-y. (2015). Garlic intake lowers fasting blood glucose: meta-analysis of randomized controlled trials. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 24(4), 575-582.
- Huang, P. L. (2009). A comprehensive definition for metabolic syndrome. *Disease models & mechanisms*, 2(5-6), 231-237.
- Iheagwara, M. C., Chibuzo, I. H., & Ibeabuchi, J. C. (2019). Effect of garlic extract on physicochemical, microbiological and organoleptic quality of smoked mackerel (*Scomber scombrus*) fish. *Journal of Food Research*, 7(02), 09-14.
- Ishikawa, H., Saeki, T., Otani, T., Suzuki, T., Shimozuma, K., Nishino, H., Fukuda, S., & Morimoto, K. (2006). Aged garlic extract prevents a decline of NK cell number and activity in patients with advanced cancer. *The Journal of nutrition*, 136(3), 816S-820S.
- J Samdani, A., & Iqbal Choudhary, M. (2012). Laboratory studies and clinical trials on new formulations from garlic extract against cutaneous leishmaniasis. *Anti-Infective Agents*, 10(2), 111-116.
- Jin, Z.-Y., Wu, M., Han, R.-Q., Zhang, X.-F., Wang, X.-S., Liu, A.-M., Zhou, J.-Y., Lu, Q.-Y., Zhang, Z.-F., & Zhao, J.-K. (2013). Raw garlic consumption as a protective factor for lung cancer, a population-based case-control study in a Chinese population. *Cancer prevention research*, 6(7), 711-718.
- Jung, E.-S., Park, S.-H., Choi, E.-K., Ryu, B.-H., Park, B.-H., Kim, D.-S., Kim, Y.-G., & Chae, S.-W. (2014). Reduction of blood lipid parameters by a 12-wk supplementation of aged black garlic: a randomized controlled trial. *Nutrition*, 30(9), 1034-1039.
- Kamanna, V. S., & Chandrasekhara, N. (1980). Fatty acid composition of garlic (*Allium sativum* Linnaeus) lipids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 57(6), 175.
- Karabacak, A. Ö., Suna, S., Tamer, C. E., & Çopur, Ö. U. (2018). Effects of oven, microwave and vacuum drying on drying characteristics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity of celery slices. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 10(2), 193-205.

- Karuppuchamy, V., Heldman, D. R., & Snyder, A. B. (2024). A review of food safety in low-moisture foods with current and potential dry-cleaning methods. *Journal of Food Science*, 89(2), 793-810.
- Kaymak-Ertekin, F., & Gedik, A. (2005). Kinetic modelling of quality deterioration in onions during drying and storage. *Journal of Food Engineering*, 68(4), 443-453.
- Khoobkhami, N., Delavar, R., & Nayebyfar, S. (2019). The combinatory effects of combined training (endurance-resistance) and garlic supplementation on oxidative stress and antioxidant adaptations in untrained boys. *Science & Sports*, 34(6), 410. e411-410. e417.
- Kim, H.-N., Kang, S.-G., Roh, Y. K., Choi, M.-K., & Song, S.-W. (2017). Efficacy and safety of fermented garlic extract on hepatic function in adults with elevated serum gamma-glutamyl transpeptidase levels: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *European journal of nutrition*, 56, 1993-2002.
- Kojuri, J., Vosoughi, A. R., & Akrami, M. (2007). Effects of anethum graveolens and garlic on lipid profile in hyperlipidemic patients. *Lipids in Health and Disease*, 6, 1-5.
- Krest, I., & Keusgen, M. (1999). Quality of herbal remedies from *Allium sativum*: differences between alliinase from garlic powder and fresh garlic. *Planta medica*, 65(02), 139-143.
- Kundaković, T., Milenković, M., Zlatković, S., Nikolić, V., Nikolić, G., & Binić, I. (2012). Treatment of venous ulcers with the herbal-based ointment Herbadermal®: a prospective non-randomized pilot study. *Forschende Komplementärmedizin/Research in Complementary Medicine*, 19(1), 26-30.
- Labuza, T., Cassil, S., & Sinskey, A. (1972). Stability of intermediate moisture foods. 2. Microbiology. *Journal of Food Science*, 37(1), 160-162.
- Lawson, L. D., Ransom, D. K., & Hughes, B. G. (1992). Inhibition of whole blood platelet-aggregation by compounds in garlic clove extracts and commercial garlic products. *Thrombosis research*, 65(2), 141-156.
- Lee, G.-Y., Lee, J. J., & Lee, S.-M. (2015). Antioxidant and anticoagulant status were improved by personalized dietary intervention based on biochemical and clinical parameters in cancer patients. *Nutrition and cancer*, 67(7), 1083-1092.

- Lee, M. H., Kim, Y. M., & Kim, S. G. (2012). Efficacy and tolerability of diphenyl-dimethyl-dicarboxylate plus garlic oil in patients with chronic hepatitis. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 50(11), 778-786.
- Leonarduzzi, G., Gamba, P., Gargiulo, S., Biasi, F., & Poli, G. (2012). Inflammation-related gene expression by lipid oxidation-derived products in the progression of atherosclerosis. *Free Radical Biology and Medicine*, 52(1), 19-34.
- Leontiev, R., Hohaus, N., Jacob, C., Gruhlke, M. C., & Slusarenko, A. J. (2018). A comparison of the antibacterial and antifungal activities of thiosulfinate analogues of allicin. *Scientific reports*, 8(1), 6763.
- Li, H., Li, H.-q., Wang, Y., Xu, H.-x., Fan, W.-t., Wang, M.-l., Sun, P.-h., & Xie, X.-y. (2004). An intervention study to prevent gastric cancer by micro-selenium and large dose of allitridum. *Chinese medical journal*, 117(08), 1155-1160.
- Li, W.-Q., Zhang, J.-Y., Ma, J.-L., Li, Z.-X., Zhang, L., Zhang, Y., Guo, Y., Zhou, T., Li, J.-Y., & Shen, L. (2019). Effects of *Helicobacter pylori* treatment and vitamin and garlic supplementation on gastric cancer incidence and mortality: follow-up of a randomized intervention trial. *bmj*, 366.
- Lidíková, J., Čeryová, N., Tóth, T., Musilová, J., Vollmannová, A., Mammadova, K., & Ivanišová, E. (2022). Garlic (*Allium sativum* L.): Characterization of Bioactive Compounds and Related Health Benefits. In *Herbs and Spices-New Advances*. IntechOpen.
- Liu, K., Liu, Y., & Chen, F. (2019). Effect of storage temperature on lipid oxidation and changes in nutrient contents in peanuts. *Food science & nutrition*, 7(7), 2280-2290.
- Ludlow, R. A., Pacenza, M., Chiappetta, A., Christofides, S. R., Evans, G., Graz, M., Marti, G., Rogers, H. J., & Müller, C. T. (2021). Storage time and temperature affects volatile organic compound profile, alliinase activity and postharvest quality of garlic. *Postharvest Biology and Technology*, 177, 111533.
- Lundblad, C., Grände, P.-O., & Bentzer, P. (2009). Hemodynamic and histological effects of traumatic brain injury in eNOS-deficient mice. *Journal of neurotrauma*, 26(11), 1953-1962.

- Ma, J.-L., Zhang, L., Brown, L. M., Li, J.-Y., Shen, L., Pan, K.-F., Liu, W.-D., Hu, Y., Han, Z.-X., & Crystal-Mansour, S. (2012). Fifteen-year effects of Helicobacter pylori, garlic, and vitamin treatments on gastric cancer incidence and mortality. *Journal of the National Cancer Institute*, 104(6), 488-492.
- Macan, H., Uykimpang, R., Alconcel, M., Takasu, J., Razon, R., Amagase, H., & Niihara, Y. (2006). Aged garlic extract may be safe for patients on warfarin therapy. *The Journal of nutrition*, 136(3), 793S-795S.
- Madamba, P. S., Driscoll, R. H., & Buckle, K. A. (1996). The thin-layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of Food Engineering*, 29(1), 75-97.
- Madhu, B., Mudgal, V., & Champawat, P. (2021). Influence of the packaging material and storage temperature on the shelf life of garlic powder. *Journal of Food Science and Technology*, 1-11.
- Madineh, H., Yadollahi, F., Yadollahi, F., Mofrad, E. P., & Kabiri, M. (2017). Impact of garlic tablets on nosocomial infections in hospitalized patients in intensive care units. *Electronic physician*, 9(4), 4064.
- Mahdavi-Roshan, M., Mirmiran, P., Arjmand, M., Nasrollahzadeh, J., & Rismanchi, M. (2017). Effects of garlic on brachial endothelial function and capacity of plasma to mediate cholesterol efflux in patients with coronary artery disease. *The Anatolian Journal of Cardiology*, 18(2), 116.
- Marchese, A., Barbieri, R., Sanches-Silva, A., Daglia, M., Nabavi, S. F., Jafari, N. J., Izadi, M., Ajami, M., & Nabavi, S. M. (2016). Antifungal and antibacterial activities of allicin: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 52, 49-56.
- Martin-Cabrejas, I., & Goicoechea-Oses, E. (2024). Effect of garlic essential oil on sunflower oil oxidative stability during accelerated storage studied by FTIR spectroscopy. *Food Bioscience*, 62, 105012.
- Mathialagan, R., Mansor, N., Al-Khateeb, B., Mohamad, M. H., & Shamsuddin, M. R. (2017). Evaluation of allicin as soil urease inhibitor. *Procedia engineering*, 184, 449-459.
- Matsumoto, S., Nakanishi, R., Li, D., Alani, A., Rezaeian, P., Prabhu, S., Abraham, J., Fahmy, M. A., Dailing, C., & Flores, F. (2016). Aged garlic extract reduces low attenuation

- plaque in coronary arteries of patients with metabolic syndrome in a prospective randomized double-blind study. *The Journal of nutrition*, 146(2), 427S-432S.
- Melino, S., Leo, S., & Toska Papajani, V. (2019). Natural hydrogen sulfide donors from *Allium sp.* as a nutraceutical approach in type 2 diabetes prevention and therapy. *Nutrients*, 11(7), 1581.
- Memon, A. R., Ghanghro, A. B., Shaikh, I. A., Qazi, N., Ghanghro, I. H., & Shaikh, U. (2018). Effects of olive oil and garlic on serum cholesterol and triglycerides levels in the patients of type-II diabetes mellitus. *Journal of Liaquat University of Medical & Health Sciences*, 17(02), 101-105.
- Mirunalini, S., Krishnaveni, M., & Ambily, V. (2011). Effects of raw garlic (*Allium sativum*) on hyperglycemia in patients with type 2 diabetes mellitus. *Pharmacologyonline*, 2, 968-974.
- Mitra, P., & Meda, V. (2009). Optimization of microwave-vacuum drying parameters of saskatoon berries using response surface methodology. *Drying technology*, 27(10), 1089-1096.
- Moosavian, S. P., Arab, A., Paknahad, Z., & Moradi, S. (2020). The effects of garlic supplementation on oxidative stress markers: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary therapies in medicine*, 50, 102385.
- Morris, V. J., & Groves, K. (2013). Food microstructures. *Microscopy, measurement*.
- Mozaffari-Khosravi, H., Hesabgar, H.-a.-S., Owlia, M.-B., Hadinedoushan, H., Barzegar, K., & Fllahzadeh, M. H. (2012). The effect of garlic tablet on pro-inflammatory cytokines in postmenopausal osteoporotic women: a randomized controlled clinical trial. *Journal of dietary supplements*, 9(4), 262-271.
- Myasoedova, V. A., Kirichenko, T. V., Melnichenko, A. A., Orekhova, V. A., Ravani, A., Poggio, P., Sobenin, I. A., Bobryshev, Y. V., & Orekhov, A. N. (2016). Anti-atherosclerotic effects of a phytoestrogen-rich herbal preparation in postmenopausal women. *International journal of molecular sciences*, 17(8), 1318.
- Nantz, M. P., Rowe, C. A., Muller, C. E., Creasy, R. A., Stanilka, J. M., & Percival, S. S. (2012). Supplementation with aged garlic extract improves both NK and $\gamma\delta$ -T cell

- function and reduces the severity of cold and flu symptoms: a randomized, double-blind, placebo-controlled nutrition intervention. *Clinical Nutrition*, 31(3), 337-344.
- Ndisya, J., Gitau, A., Mbugu, D., Arefi, A., Bădulescu, L., Pawelzik, E., ... & Sturm, B. (2021). Vis-NIR hyperspectral imaging for online quality evaluation during food processing: A case study of hot air drying of purple-speckled cocoyam (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Processes*, 9(10), 1804.
- Ngo, S. N., Williams, D. B., Cobiac, L., & Head, R. J. (2007). Does Garlic Reduce Risk of Colorectal Cancer? A Systematic Review, 3. *The Journal of nutrition*, 137(10), 2264-2269.
- Nizakat Bib, N. B., Khattak, A., Aurang Zeb, A. Z., & Zahid Mehmood, Z. M. (2008). Irradiation and packaging-food safety aspects and shelf life extension of solar dried garlic (*Allium sativum*) powder.
- O'Neill, S., & O'Driscoll, L. (2015). Metabolic syndrome: a closer look at the growing epidemic and its associated pathologies. *Obesity reviews*, 16(1), 1-12.
- Organization, W. H. (1999). WHO monographs on selected medicinal plants (Vol. 2). World Health Organization.
- Pakakaew, P., Taesuwan, S., Phimolsiripol, Y., & Utama-Ang, N. (2022). Comparison between the physicochemical properties, bioactive compounds and antioxidant activities of Thai and Chinese Garlics. *Curr. Appl. Sci. Technol*, 2, 2.
- Parham, M., Bagherzadeh, M., Asghari, M., Akbari, H., Hosseini, Z., Rafiee, M., & Vafaeimanesh, J. (2020). Evaluating the effect of a herb on the control of blood glucose and insulin-resistance in patients with advanced type 2 diabetes (a double-blind clinical trial). *Caspian journal of internal medicine*, 11(1), 12.
- Peng, X., Yang, J., Cui, P., Chen, F., Fu, Y., Hu, Y., ... & Xia, X. (2015). Influence of allicin on quality and volatile compounds of fresh-cut stem lettuce during cold storage. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1), 300-307.
- Percival, S. S. (2016). Aged garlic extract modifies human immunity. *The Journal of nutrition*, 146(2), 433S-436S.

- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M., & Ferreira, I. C. (2018). Antimicrobial and antioxidant properties of various Greek garlic genotypes. *Food Chemistry*, 245, 7-12.
- Phil, R., Khan, R. A., & Ashraf, I. (2011). Effects of garlic on blood glucose levels and HbA1c in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(13), 2922-2928.
- Prachayawarakorn, S., Sawangduanpen, S., Saynampheung, S., Poolpatarachewin, T., Soponronnarit, S., & Nathakarakule, A. (2004). Kinetics of colour change during storage of dried garlic slices as affected by relative humidity and temperature. *Journal of Food Engineering*, 62(1), 1-7.
- Promkhan, S., Saithi, S., & Wongbasg, C. (2020). Effect of drying conditions and shelf life of crispy cricket product.
- Raharjo, S., & Sofos, J. (1993). Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: A review. *Meat science*, 35(2), 145-169.
- Rahman, K., & Lowe, G. M. (2006). Garlic and cardiovascular disease: a critical review. *The Journal of nutrition*, 136(3), 736S-740S.
- Rahman, M. S. (2007). Allicin and other functional active components in garlic: Health benefits and bioavailability. *International Journal of Food Properties*, 10(2), 245-268.
- Rahman, M. S., Al-Shamsi, Q. H., Bengtsson, G. B., Sablani, S. S., & Al-Alawi, A. (2009). Drying kinetics and allicin potential in garlic slices during different methods of drying. *Drying technology*, 27(3), 467-477.
- Rana, S., Pal, R., Vaiphei, K., Sharma, S. K., & Ola, R. (2011). Garlic in health and disease. *Nutrition research reviews*, 24(1), 60-71.
- Ratti, C., Araya-Farias, M., Mendez-Lagunas, L., & Makhoulouf, J. (2007). Drying of garlic (*Allium sativum*) and its effect on allicin retention. *Drying technology*, 25(2), 349-356.
- Reis, F. R. (2014). *Vacuum drying for extending food shelf-life*. Springer.

- Reiter, J., Hübbbers, A. M., Albrecht, F., Leichert, L. I. O., & Slusarenko, A. J. (2020). Allicin, a natural antimicrobial defence substance from garlic, inhibits DNA gyrase activity in bacteria. *International Journal of Medical Microbiology*, 310(1), 151359.
- Ried, K. (2016). Garlic lowers blood pressure in hypertensive individuals, regulates serum cholesterol, and stimulates immunity: an updated meta-analysis and review. *The Journal of nutrition*, 146(2), 389S-396S.
- Ried, K., Frank, O., & Stocks, N. (2013). Aged garlic extract reduces blood pressure in hypertensives: a dose-response trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67(1), 64-70.
- Ried, K., Travica, N., & Sali, A. (2018). The effect of kyolic aged garlic extract on gut microbiota, inflammation, and cardiovascular markers in hypertensives: The GarGIC Trial. *Frontiers in nutrition*, 5, 122.
- Rivlin, R. S. (2001). Historical perspective on the use of garlic. *The Journal of nutrition*, 131(3), 951S-954S.
- Rivlin, R. S. (2009). Can garlic reduce risk of cancer? *The American journal of clinical nutrition*, 89(1), 17-18.
- Rybak, M. E., Calvey, E. M., & Hamly, J. M. (2004). Quantitative determination of allicin in garlic: supercritical fluid extraction and standard addition of alliin. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 52(4), 682-687.
- Said, M. M., Watson, C., & Grando, D. (2020). Garlic alters the expression of putative virulence factor genes SIR2 and ECE1 in vulvovaginal *C. albicans* isolates. *Scientific Reports*, 10(1), 3615.
- Salimzadeh, A., Alipoor, E., Dehghani, S., Yaseri, M., Hosseini, M., Feinle-Bisset, C., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2018). The effect of 12-week garlic supplementation on symptom relief in overweight or obese women with knee osteoarthritis. *International journal of clinical practice*, 72(6), e13208.
- Savairam, V. D., Patil, N. A., Borate, S. R., Ghaisas, M. M., & Shete, R. V. (2023). Allicin: A review of its important pharmacological activities. *Pharmacological Research-Modern Chinese Medicine*, 100283.

- Serrano, H. D. A., Mariezcurrena-Berasain, M. A., Castillo, A. D. C. G., Carranza, B. V., Pliego, A. B., Rojas, M. T., Anele, U. Y., Salem, A. Z., & Rivas-Caceres, R. R. (2020). Antimicrobial resistance of three common molecularly identified pathogenic bacteria to *Allium* aqueous extracts. *Microbial pathogenesis*, 142, 104028.
- Setyowati, L., Nurfadila, N., & Purnawati, A. (2024). The Effect of Water Activity on the Growth of *Aspergillus flavus*. *Nusantara Science and Technology Proceedings*, 15-18.
- Shabani, E., Sayemiri, K., & Mohammadpour, M. (2019). The effect of garlic on lipid profile and glucose parameters in diabetic patients: A systematic review and meta-analysis. *Primary care diabetes*, 13(1), 28-42.
- Siti, H. N., Kamisah, Y., & Kamsiah, J. (2015). The role of oxidative stress, antioxidants and vascular inflammation in cardiovascular disease (a review). *Vascular pharmacology*, 71, 40-56.
- Smyth, A. R., Cifelli, P. M., Ortori, C. A., Righetti, K., Lewis, S., Erskine, P., Holland, E. D., Givskov, M., Williams, P., & Cámara, M. (2010). Garlic as an inhibitor of *Pseudomonas aeruginosa* quorum sensing in cystic fibrosis—a pilot randomized controlled trial. *Pediatric pulmonology*, 45(4), 356-362.
- Sobenin, I. A., Nedosugova, L. V., Filatova, L. V., Balabolkin, M. I., Gorchakova, T. V., & Orekhov, A. N. (2008). Metabolic effects of time-released garlic powder tablets in type 2 diabetes mellitus: the results of double-blinded placebo-controlled study. *Acta Diabetologica*, 45, 1-6.
- Sobenin, I. A., Pryanishnikov, V. V., Kunnova, L. M., Rabinovich, Y. A., Martirosyan, D. M., & Orekhov, A. N. (2010). The effects of time-released garlic powder tablets on multifunctional cardiovascular risk in patients with coronary artery disease. *Lipids in Health and Disease*, 9, 1-6.
- Soleimani, D., Paknahad, Z., Askari, G., Iraj, B., & Feizi, A. (2016). Effect of garlic powder consumption on body composition in patients with nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Advanced biomedical research*, 5(1), 2.

- Steiner, M., Khan, A. H., Holbert, D., & Lin, R. (1996). A double-blind crossover study in moderately hypercholesterolemic men that compared the effect of aged garlic extract and placebo administration on blood lipids. *The American journal of clinical nutrition*, 64(6), 866-870.
- Sun, Y.-E., & Wang, W. (2018). Changes in nutritional and bio-functional compounds and antioxidant capacity during black garlic processing. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), 479-488.
- Szulińska, M., Kręgielska-Narozna, M., Świątek, J., Styś, P., Kuźnar-Kamińska, B., Jakubowski, H., Walkowiak, J., & Bogdański, P. (2018). Garlic extract favorably modifies markers of endothelial function in obese patients—randomized double blind placebo-controlled nutritional intervention. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 102, 792-797.
- Tanongkankit, Y. (2019). Ultrasonic-assisted extraction of allicin and its stability during storage. *Food and Applied Bioscience Journal*, 7(3), 17-31.
- Tao, Z., Geng, D., Tao, J., Wang, J., Liu, S., Wang, Q., ... & Wang, R. (2023). Synergistic antibacterial effect and mechanism of allicin and an *Enterobacter cloacae* bacteriophage. *Microbiology Spectrum*, 11(1), e03155-22.
- Tsuneyoshi, T. (2020). BACH1 mediates the antioxidant properties of aged garlic extract. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 19(2), 1500-1503.
- Utama-Ang, N., Cheewinworasak, T., Simawonthamgul, N., & Samakradhamrongthai, R. (2018). Effect of drying condition of Thai garlic (*Allium sativum* L.) on physicochemical and sensory properties.
- Uzun, L., Dal, T., Kalcioğlu, M. T., Yürek, M., Açıkgöz, Z. C., & Durmaz, R. (2019). Antimicrobial activity of garlic derivatives on common causative microorganisms of the external ear canal and chronic middle ear infections. *Turkish archives of otorhinolaryngology*, 57(4), 161.
- van Doorn, M. B., Santo, S. M. E., Meijer, P., Kamerling, I. M., Schoemaker, R. C., Dirsch, V., Vollmar, A., Haffner, T., Gebhardt, R., & Cohen, A. F. (2006). Effect of garlic powder on C-reactive protein and plasma lipids in overweight and smoking subjects. *The American journal of clinical nutrition*, 84(6), 1324-1329.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Varma, M., Sharma, D. K., Paaneri, S., Mishra, A., Sinha, A., & Varma, V. (2011). Potential clinical benefits of garlic (*Allium sativum*). *J. Environ. Res. Dev*, 5, 652-655.
- Vazquez-Prieto, M. A., & Miatello, R. M. (2010). Organosulfur compounds and cardiovascular disease. *Molecular Aspects of Medicine*, 31(6), 540-545.
- Wang, D., Xiao, H., Lyu, X., Chen, H., & Wei, F. (2023). Lipid oxidation in food science and nutritional health: A comprehensive review. *Oil Crop Science*, 8(1), 35-44.
- Wang, Y., Zhang, L., Moslehi, R., Ma, J., Pan, K., Zhou, T., Liu, W., Brown, L. M., Hu, Y., & Pee, D. (2009). Long-term garlic or micronutrient supplementation, but not anti-Helicobacter pylori therapy, increases serum folate or glutathione without affecting serum vitamin B-12 or homocysteine in a rural Chinese population. *The Journal of nutrition*, 139(1), 106-112.
- Watson, C. J., Grando, D., Fairley, C. K., Chondros, P., Garland, S. M., Myers, S. P., & Pirotta, M. (2014). The effects of oral garlic on vaginal candida colony counts: a randomised placebo controlled double-blind trial. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 121(4), 498-506.
- Williams, M. J., Sutherland, W. H., McCormick, M. P., Yeoman, D. J., & de Jong, S. A. (2005). Aged garlic extract improves endothelial function in men with coronary artery disease. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 19(4), 314-319.
- Wongsa, P., Bhuyar, P., Sardud, V., & Müller, J. (2023). Influence of food-packaging materials and shelf-life conditions on dried garlic (*Allium sativum* L.) concerning quality and stability of allicin/phenolic content. *Food and Bioprocess Technology*, 16(12), 2898-2909.
- Wu, X., Santos, R. R., & Fink-Gremmels, J. (2015). Analyzing the antibacterial effects of food ingredients: model experiments with allicin and garlic extracts on biofilm formation and viability of *Staphylococcus epidermidis*. *Food science & nutrition*, 3(2), 158-168.
- Wu, X., Shi, J., Fang, W. x., Guo, X. y., Zhang, L. y., Liu, Y. p., & Li, Z. (2019). Allium vegetables are associated with reduced risk of colorectal cancer: A hospital -

- based matched case-control study in China. *Asia-Pacific Journal of Clinical Oncology*, 15(5), e132-e141.
- Xu, C., Mathews, A. E., Rodrigues, C., Eudy, B. J., Rowe, C. A., O'Donoghue, A., & Percival, S. S. (2018). Aged garlic extract supplementation modifies inflammation and immunity of adults with obesity: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical nutrition ESPEN*, 24, 148-155.
- Yao, C., Qian, X. D., Zhou, G. F., Zhang, S. W., Li, L. Q., & Guo, Q. S. (2019). A comprehensive analysis and comparison between vacuum and electric oven drying methods on Chinese saffron (*Crocus sativus* L.). *Food science and biotechnology*, 28, 355-364.
- You, W.-c., Brown, L. M., Zhang, L., Li, J.-y., Jin, M.-l., Chang, Y.-s., Ma, J.-l., Pan, K.-f., Liu, W.-d., & Hu, Y. (2006). Randomized double-blind factorial trial of three treatments to reduce the prevalence of precancerous gastric lesions. *Journal of the National Cancer Institute*, 98(14), 974-983.
- Yu, T.-H., & Wu, C.-M. (1989). Effects of pH on the formation of flavour compounds of disrupted garlic. *Journal of Chromatography A*, 462, 137-145.
- Yulistiani, R., Winarti, S., Saputro, E. A., & Rohmawati, F. (2023). The effect of drying time on the characteristics of Bandeng Sapit during storage at room temperature.
- Zainal, M., Zain, N. M., Amin, I. M., & Ahmad, V. N. (2021). The antimicrobial and antibiofilm properties of allicin against *Candida albicans* and *Staphylococcus aureus*—A therapeutic potential for denture stomatitis. *The Saudi dental journal*, 33(2), 105-111.
- Zang, J., Qing, M., Chi, Y., & Chi, Y. (2024). Extending the shelf-life of whole egg powder with different packaging: Based on the multivariate accelerated shelf-life test model. *Food Chemistry*, 460, 140602.
- Zare, E., Alirezai, A., Bakhtiyari, M., & Mansouri, A. (2019). Evaluating the effect of garlic extract on serum inflammatory markers of peritoneal dialysis patients: a randomized double-blind clinical trial study. *BMC nephrology*, 20, 1-8.
- Zeb, F., Safdar, M., Fatima, S., Khan, S., Alam, S., Muhammad, M., Syed, A., Habib, F., & Shakoor, H. (2018). Supplementation of garlic and coriander seed powder: Impact

- on body mass index, lipid profile and blood pressure of hyperlipidemic patients. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 31(5).
- Zeb, I., Ahmadi, N., Flores, F., & Budoff, M. J. (2018). Randomized trial evaluating the effect of aged garlic extract with supplements versus placebo on adipose tissue surrogates for coronary atherosclerosis progression. *Coronary artery disease*, 29(4), 325-328
- Zhang, S., Gu, Y., Wang, L., Zhang, Q., Liu, L., Lu, M., Meng, G., Yao, Z., Wu, H., & Xia, Y. (2019). Association between dietary raw garlic intake and newly diagnosed nonalcoholic fatty liver disease: a population-based study. *European journal of endocrinology*, 181(6), 591-602.
- Zhang, X., Meng, Q., He, L., Zhao, L., & Ren, L. (2016). Effects of garlic extract on color, lipid oxidation and oxidative breakdown products in raw ground beef during refrigerated storage. *Italian Journal of Food Science*, 28(1), 139-147.
- Zhu, Y., Anand, R., Geng, X., & Ding, Y. (2018). A mini review: garlic extract and vascular diseases. *Neurological research*, 40(6), 421-425.
- Zuniga, K. E., Parma, D. L., Muñoz, E., Spaniol, M., Wargovich, M., & Ramirez, A. G. (2019). Dietary intervention among breast cancer survivors increased adherence to a Mediterranean-style, anti-inflammatory dietary pattern: The Rx for Better Breast Health Randomized Controlled Trial. *Breast cancer research and treatment*, 173, 145-154.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

หน่วยวัด	ระยะเวลา (วัน)	อุณหภูมิจัดเก็บ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
ความชื้น (% w/w)	0	5.23	5.23	5.23
	5	5.27	5.76	4.58
	10	6.14	6.29	6.29
	15	5.28	5.23	4.94
	20	5.26	5.26	5.04
	25	5.34	5.36	5.18
	30	5.68	4.98	4.94

ตารางที่ ก.2 แสดงข้อมูลตาราง Anova ของการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

Source	DF	SS	MS	F	P
อุณหภูมิ	2	0.3646	0.18229	2.67	0.110
เวลา	6	2.7600	0.46000	6.74	0.003
Error	12	0.8188	0.06823		
Total	20	3.9434			

R-sq = 79.24%; R-sq(adj) = 65.39%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

หน่วยวัด	ระยะเวลา (วัน)	อุณหภูมิจัดเก็บ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
ค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้	0	0.3547	0.3547	0.3547
	5	0.5152	0.4685	0.4684
	10	0.4882	0.4823	0.4812
	15	0.4650	0.4568	0.4735
	20	0.4517	0.4805	0.4880
	25	0.4715	0.4419	0.4428
	30	0.4707	0.4481	0.4565

ตารางที่ ก.4 แสดงข้อมูลตาราง Anova ของการเปลี่ยนแปลงค่าวอเตอร์แอกทีวิตี้ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

Source	DF	SS	MS	F	P
อุณหภูมิ	2	0.000516	0.000258	1.16	0.347
เวลา	6	0.036521	0.006087	27.34	0.000
Error	12	0.002672	0.000223		
Total	20	0.039708			

R-sq = 93.27%; R-sq(adj) = 88.79%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าสีของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

หน่วยวัด	ระยะเวลา (วัน)	อุณหภูมิจัดเก็บ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
ค่าสี(ΔE^*)	0	0.00	0.00	0.00
	5	6.34	6.56	14.74
	10	6.84	13.55	24.90
	15	3.94	12.48	25.10
	20	2.38	9.72	29.25
	25	4.92	11.94	30.39
	30	7.94	15.06	30.97

ตารางที่ ก.6 แสดงข้อมูลตาราง Anova ของการเปลี่ยนแปลงค่าสีของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

Source	DF	SS	MS	F	P
อุณหภูมิ	2	1137.8	568.92	21.93	0.000
เวลา	6	652.4	108.73	4.19	0.017
Error	12	311.3	25.94		
Total	20	2101.5			

R-sq = 85.19%; R-sq(adj) = 75.31%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าความหืนของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศตลอด
การเก็บรักษา 1 เดือน

หน่วยวัด	ระยะเวลา (วัน)	อุณหภูมิจัดเก็บ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
ค่าความหืน	0	0.0883433	0.0883433	0.0883433
(มก.ของมาลอนไดอัลดี	5	0.0950667	0.0998567	0.103660
ไฮด์/กก.)	10	0.102493	0.115823	0.118807
	15	0.119973	0.134040	0.137037
	20	0.123873	0.138287	0.146317
	25	0.127343	0.150700	0.161657
	30	0.139580	0.162217	0.172967

ตารางที่ ก.8 แสดงข้อมูลตาราง Anova ของการเปลี่ยนแปลงค่าความหืนของกระเทียมอบแห้งแบบ
สุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

Source	DF	SS	MS	F	P
อุณหภูมิ	2	0.001314	0.00657	15.95	0.000
เวลา	6	0.011623	0.001937	47.05	0.000
Error	12	0.000494	0.000041		
Total	20	0.013431			

R-sq = 96.32%; R-sq(adj) = 93.87%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 แสดงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ
ตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

หน่วยวัด	ระยะเวลา (วัน)	อุณหภูมิจัดเก็บ (องศาเซลเซียส)		
		35	45	55
สารอัลลิซิน	0	0.1228	0.1228	0.1228
(มก./มล.)	5	0.1001	0.0992	0.1032
	10	0.0975	0.0956	0.0983
	15	0.0918	0.0916	0.0884
	20	0.0833	0.0818	0.0814
	25	0.0797	0.0762	0.0756
	30	0.0686	0.0626	0.0582

ตารางที่ ก.10 แสดงข้อมูลตาราง Anova ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอัลลิซินของกระเทียมอบแห้ง
แบบสุญญากาศตลอดการเก็บรักษา 1 เดือน

Source	DF	SS	MS	F	P
อุณหภูมิ	2	0.000021	0.000011	1.97	0.181
เวลา	6	0.006579	0.001097	203.37	0.000
Error	12	0.000065	0.000005		
Total	20	0.006665			

R-sq = 99.03%; R-sq(adj) = 98.39%

ตารางที่ ก.11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆต่อปริมาณอัลลิซิน

ปัจจัย	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่อปริมาณอัลลิซินที่อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	35	45	55
ค่าความชื้น	-0.2028	0.3072	0.1694
ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี	-0.5623	-0.5978	-0.6330
การเปลี่ยนแปลงค่าสี	-0.6167	-0.8470	-0.9347
ค่าความหืน	-0.9467	-0.9571	-0.9642

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

ข.1 การคำนวณหาค่าความหืนของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ

การคำนวณหาค่าความหืนของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{TBARS (มก.ของมาลอนไดอัลดีไฮด์/กก.)} = 7.8 \times \text{OD}_{538}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

หลังจากนำตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตรเปรียบเทียบกับค่า blank ได้ค่าการดูดกลืนแสงจะได้เท่ากับ 0.8163

$$\text{TBARS} = 7.8 \times 0.8163 = 6.3671$$

ดังนั้น ค่าความหืนของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศเท่ากับ 6.3671 มก.ของมาลอนไดอัลดีไฮด์/กก.

ข.2 การคำนวณหาปริมาณอัลลิซิน

การคำนวณหาปริมาณอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$C_{\text{allicin}} = \frac{(A_0 - A) \times d \times 162.26}{(2 \times 14150)} \times 0.7$$

ตัวอย่างการคำนวณ

หลังจากนำตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตรได้ค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.2126 เปรียบเทียบกับค่า blank ที่ได้ค่าการดูดกลืนแสงจะได้เท่ากับ 0.3344

$$C_{\text{allicin}} = \frac{(0.5233 - 0.2046) \times 96 \times 162.26}{(2 \times 14150)} \times 0.7 = 0.1228$$

ดังนั้น ปริมาณค่าอัลลิซินของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศเท่ากับ 0.1228 มก./มล.ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การคำนวณหาค่า Q_{10} และอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต้องการเก็บรักษา

การคำนวณหาค่า Q_{10} ของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศ หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

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

$$Q_{10}^{\left(\frac{T_2 - T_1}{10} \right)} = \frac{k_2}{k_1} \quad (2.4)$$

$$\text{อายุการเก็บรักษา} = Q_{10} \times A \quad (2.5)$$

ตัวอย่างการคำนวณ

หลังจากที่ได้ข้อมูลอายุการเก็บรักษาของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เท่ากับ 74.02 วัน และที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เท่ากับ 67.44 วัน

$$Q_{10} = \frac{74.02}{67.44} = 1.09$$

$$Q_1 = 1.09^{0.1} = 1.01$$

$$\text{อายุการเก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียส} = 1.01^{(35-30)} \times 74.02 = 77 \text{ วัน}$$

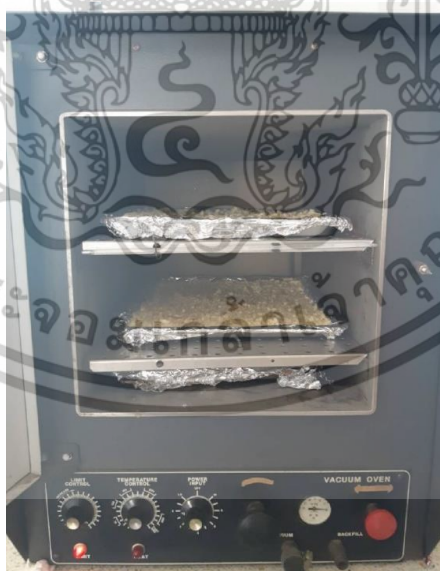
ดังนั้น อายุการเก็บรักษาของกระเทียมอบแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เท่ากับ 77 วัน

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

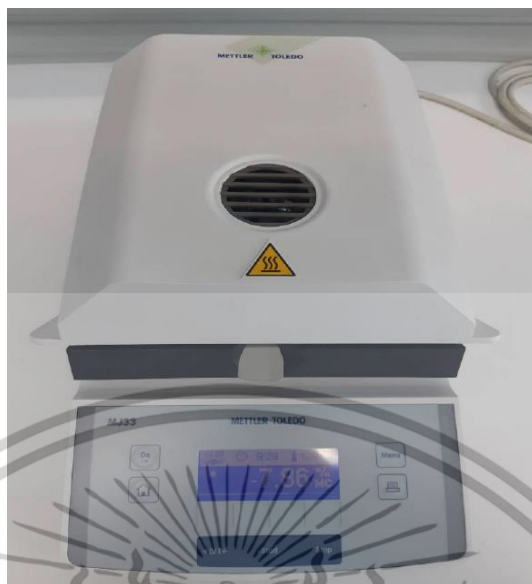


ภาพที่ ค.1 กระเทียม



ภาพที่ ค.2 Vacuum Oven: Model 273600, Hotpack, USA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.3 Moisture balance IR: HB43 Moisture analyzer, Mettler Toledo, Switzerland



ภาพที่ ค.4 Water Activity Meter: 4TE, METEER Group, Inc., USA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.5 Minolta Chroma meter: CR400 color meter, Singapore



ภาพที่ ค.6 ชุดกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.7 UV-Visible Spectrophotometer: UV 1700, Shimadzu, Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการทดลองทางคลินิก

ตารางที่ ง.1 ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับโรคหัวใจและหลอดเลือดทางคลินิกของกระเทียม

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Aalami-Harandi et al. (2015)	สตรีมีครรภ์ 44 ราย	แคปซูล 1 เม็ด (400 มก. กระเทียมและ 1 มก.ของอัลลิซิน) ต่อวัน	9 สัปดาห์	ลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน	เพิ่ม GSH, ลด hs-CRP
Ashraf et al. (2005)	ผู้ป่วยภาวะไขมันผิดปกติ 70 ราย	แคปซูลกระเทียม 300 มก. 2 ครั้งต่อวัน	12 สัปดาห์	- การปรับปรุงภาวะไขมันผิดปกติ	ลด LDL และระดับ HDL เพิ่มขึ้น
Ashraf et al. (2011)	ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 60 ราย	- แคปซูลกระเทียม 300มก. ต่อวันและ เมตฟอर्मิน 500 มก. วันละ 2 ครั้ง	24 สัปดาห์	- ปรับปรุงกิจกรรมลดไขมันในเลือดสูง	- ลดคอเลสเตอรอลรวม, LDL และไตรกลีเซอไรด์
Ghorbani et al. (2019)	ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 50 ราย	กระเทียม 300 มก. 2 ครั้งต่อวัน	12 สัปดาห์	- ไขมันในเลือดลดลง	- ปรับปรุงระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด, คอเลสเตอรอลรวม และระดับไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Jung et al. (2014)	ผู้ป่วย 60 รายที่มีภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูงเล็กน้อย	6 กรัมของกระเทียมบ่มสกัด 2 ครั้งต่อวัน	12 สัปดาห์	- ปัจจัยการเกิดของไขมันในหลอดเลือดลดลง - ไม่มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อระดับไตรกลีเซอไรด์, คอเลสเตอรอลไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ, คอเลสเตอรอลทั้งหมดหรือระดับกรดไขมันอิสระ - ช่วยการป้องกันหัวใจ	-
Kojuri et al. (2007)	ผู้ป่วยไขมันในเลือดสูง 150 ราย	แคปซูล 1 เม็ด (400 มก. กระเทียมและ 1 มก.ของอัลลิซิน) ต่อวัน	6 สัปดาห์	- ฤทธิ์ลดไขมัน	- ลดระดับคอเลสเตอรอลและ LDL และเพิ่มระดับ HDL
Macan et al. (2006)	ผู้ป่วย 66 ราย	สารสกัดกระเทียมบ่ม AGE 5 มล. ต่อวัน	12 สัปดาห์	- เพิ่มฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือดพร้อมกับยาวาร์ฟาริน	-
Mahdavi-Roshan et al. (2017)	ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบชนิดรุนแรง 10 ราย	อัลลิซิน 1200 มก. 2 ครั้งต่อวัน	3 เดือน	- อัตราการเกิดของปริมาณเนื้อเยื่อไขมันลดลง	- ลดระดับโปรตีน C-reactive - ปรับปรุงค่า FMD ของ brachial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Matsumoto et al. (2016)	ผู้ป่วยกลุ่มอาการเมตาบอลิก 55 ราย	สารสกัดกระเทียม บ่ม 2,400 มก.ต่อวัน	52 สัปดาห์	- ลดคราบจุลินทรีย์ในหลอดเลือดหัวใจตีบ	- เกิดการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ LAP
Memon et al. (2018)	ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 160 ราย	1.1 มล.ของน้ำมันมะกอก กับ 500 มก.ของผงกระเทียม	3 เดือน	ป้องกันภาวะไขมันผิดปกติ	- ลดคอเลสเตอรอลในเลือดและระดับ TG ในเลือด
Mirunalini et al., 2011)	ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 20 ราย	3.6 กรัมของกระเทียมสดต่อวัน	30 วัน	- เพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	-เพิ่มความเข้มข้นของ SOD, CAT และ GPx ในการไหลเวียนของเม็ดเลือดแดงของมนุษย์
Myasoedova et al. (2016)	สตรีวัยหมดประจำเดือนที่ไม่มีอาการ 157 ราย	สมุนไพรที่มีไอโซฟลาโวนอยด์ 500 มก.	12 เดือน	-ป้องกันการลุกลามของหลอดเลือด -ยับยั้งการเกิดรอยโรคหลอดเลือดแดงใหม่ประมาณ 1.5 เท่า และลดการลุกลามของรอยโรคที่มีอยู่	-
Sobenin et al., 2008)	ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 60 ราย	แคปซูลกระเทียม 300 มก. 2 ครั้งต่อวัน	4 สัปดาห์	- ช่วยรักษาระดับไขมันในพลาสมา	เพิ่ม HDL, ลด TC, TG และ LDL
Sobenin et al., 2010)	ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจ 51 ราย	แคปซูล 150 มก. 2 ครั้งต่อวัน	12 เดือน	- ลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ 1.5 เท่าในผู้ชาย และ 1.3 เท่าในผู้หญิง	ลดคอเลสเตอรอล LDL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Steiner et al., 1996)	ผู้ป่วยไขมันใน เลือดสูงปาน กลาง 41 ราย	สารสกัดกระเทียม บ่ม 7.2 กรัมต่อวัน	10 เดือน	- ความดันโลหิตซิส โตลิกและไดแอสโต ลิกลดลง	- ระดับ TC, LDL ในซีรัมลดลง
Szulciska et al., 2018)	ผู้ป่วยโรคอ้วน 92 ราย	สารสกัดกระเทียม GE 400 มก. ต่อ วัน	3 เดือน	ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ ของเยื่อผนังหลอดเลือด ที่ได้รับการ แก้ไขซึ่งเกี่ยวข้องกับ ความเสี่ยงต่อโรค หลอดเลือดหัวใจ, ระงับการอักเสบ เรื้อรัง	-ลด hsCRP, PAI- 1, LDL คอเลสเตอรอล และ TAS
Zeb et al., 2018	ผู้ป่วย 100 คน	ผงกระเทียม 2 กรัมต่อวัน	60 วัน	ปรับปรุง พารามิเตอร์ของ ไขมันและลดความ ดันโลหิต	BMI, TC และ LDL ลดลง, เพิ่ม HDL
Zeb et al., 2018	ผู้ป่วย 65 ราย	สารสกัดกระเทียม บ่ม 250 มก.ต่อวัน	12 เดือน	- อัตรา ความก้าวหน้าของ ปริมาณเนื้อเยื่อ ไขมันลดลง	- ลด EAT, PAT, PaAT และ SAT

อ้างอิงจาก : Ansary et al. (2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.2 ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับโรคมะเร็งทางคลินิกของกระเทียม

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Charron et al. (2015)	อาสาสมัคร 17 คน	กระเทียมสดบด 5 กรัมต่อวัน	เป็นเวลา 10 วัน	- การกระตุ้นยีนที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกัน การตายของเซลล์ และการเผาผลาญชีโนไปโอติก	การควบคุมยีน NFAM1, ARNT, AHR, HIF1A, JUN, NFAT, OSM และ REL
Dreher (2018)	ชายและหญิง 57,560 ราย ที่เป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่	กระเทียม 1 หัวต่อวัน	9 ปี	-ลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก	-
Gail & You (2006)	4,326 ราย มีแผลในกระเพาะอาหาร	สารสกัดกระเทียมบ่ม 400 มก.หรือน้ำมันกระเทียมกลั่นด้วยไอน้ำ 2 มก. 2 ครั้งต่อวัน	3.5 และ 7.5 ปี	-ลดการะมะเร็งกระเพาะอาหารในพื้นที่เสี่ยงสูง	-
Gatt et al. (2015)	ผู้ป่วย 95 ราย	แคปซูล 450 มก. 2 ครั้งต่อวัน	3 สัปดาห์	-มีผลการป้องกันในกลุ่มย่อยที่มีความเสี่ยงต่ำ แต่ไม่มีผลใดๆ ในกลุ่มทั้งหมด	ลดคราบจุลินทรีย์ในหลอดเลือด หัวใจตีบ
Ishikawa et al. (2006)	ผู้ป่วยมะเร็งตับ 42 ราย มะเร็งตับอ่อน 7 ราย และมะเร็งลำไส้ 1 ราย	สารสกัดกระเทียมบ่ม 500 มก.ต่อวัน	6 เดือน	- ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพชีวิต	- เพิ่มการทำงานของเซลล์กำจัด NK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Jin et al. (2013)	ผู้ป่วย 5,967 ราย	กระเทียมดิบ 8.4 หรือ 33.4 กรัมต่อสัปดาห์	7 ปี	- ผลการป้องกันทางเคมี	-ยับยั้งการกลายพันธุ์โดยการขัดขวางการเผาผลาญ -ยับยั้งการสร้าง DNA adduct การจับอนุมูลอิสระ และผลต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ และการเจริญเติบโตของเนื้องอก
Lee et al. (2015)	ผู้ป่วย 20 ราย	อัลลิซิน 4.40 มก. ต่อกระเทียมหนึ่งกรัม หรือ 64-80 กรัมต่อวัน	อย่างน้อย 3 สัปดาห์	- ปรับสมดุลสารต้านอนุมูลอิสระ	-
Li et al. (2004)	ผู้ป่วยมะเร็งกระเพาะอาหาร 5,033 ราย	อัลลิไตรตัม 200 มิลลิกรัม และซีลีเนียม 100 ไมโครกรัม	ครั้งละ 3 ปี	-ป้องกันมะเร็งกระเพาะอาหาร	- ลดความรุนแรงของเนื้องอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Li et al. (2019)	อาสาสมัคร 3,365 ราย ที่มีผล H-pylori เป็นบวกและ มีความเสี่ยง ต่อมะเร็ง กระเพาะ อาหาร	สารสกัด กระเทียมบ่ม 200 มก. หรือ น้ำมันกระเทียม กลั่นด้วยไอน้ำ 1 มก. วันละ 2 ครั้ง	7.3 ปี	-ลดความเสี่ยง ของการเกิดมะเร็ง กระเพาะอาหาร และการเสียชีวิต	-
Ma et al. (2012)	ผู้ป่วย 3,365 รายที่เป็น มะเร็ง กระเพาะ อาหารหรือ หลอดอาหาร	สารสกัด กระเทียมบ่ม 400 มก. 2ครั้ง ต่อวัน	7.3 ปี	-มะเร็งกระเพาะ อาหารไม่ลดลง อย่างมีนัยสำคัญ	-
Wang et al. (2009)	ผู้ป่วย 3411 ราย มีแผลใน กระเพาะ อาหาร	สารสกัด กระเทียมบ่ม 200 มก. 2ครั้ง ต่อวัน	7.3 ปี	-เพิ่มความ เข้มข้นของโฟเลต ในเลือด	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Wu et al. (2019)	ชาย 966 คน และหญิง 700 คน	น้อยกว่า 0.60 ไปจนถึง มากกว่า 3.65 กก. ต่อปี สำหรับ กระเทียม และ น้อยกว่า 0.60 ไปจนถึง มากกว่า 3.0 กก. ต่อปี สำหรับก้าน กระเทียม	2 ปี	-ลดความเสี่ยง CRC ทั้งชายและ หญิง	-
You et al. (2006)	ผู้ป่วย 3,365 ราย มีแผลใน กระเพาะ อาหาร	สารสกัด กระเทียมบ่ม 200 มก. หรือ น้ำมันกระเทียม กลั่นด้วยไอน้ำ 1 มก. วันละ 2 ครั้ง	7.3 ปี	- ไม่มีผลกระทบบที่ มีนัยสำคัญต่อการ ป้องกันรอยโรคใน กระเพาะอาหาร ก่อนมะเร็งหรือ อุบัติการณ์ของ มะเร็งกระเพาะ อาหาร	-
Zuniga et al. (2019)	ผู้ป่วยมะเร็ง เต้านม 153 ราย	รับประทาน อาหารที่มี ส่วนผสมของ กระเทียม 39.0%–69.5% เป็นเวลา 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์	6 เดือน	- เพิ่มความ เชื่อมั่นในการ บริโภคสไตรล์เมดิ เตอร์เรเนียน	-

อ้างอิงจาก : Ansary et al. (2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับโรคภาวะเมตาบอลิกซินโดรมและเบาหวานทางคลินิกของ
กระเทียม

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Ashraf et al. (2011)	ผู้ป่วย เบาหวาน ชนิดที่ 2 จำนวน 60 ราย	- แคปซูล กระเทียม 300 มก.ต่อวันและ เมตฟอร์มิน 500 มก. วันละ 2 ครั้ง	24 สัปดาห์	- ปรับปรุง กิจกรรมลดไขมัน ในเลือดสูง	- ลด คอเลสเตอรอล รวม, LDL และ ไตรกลีเซอไรด์
Atkin et al. (2016)	ผู้ป่วย เบาหวาน ชนิดที่ 2 จำนวน 26 ราย	สารสกัด กระเทียมบ่ม AGE 1,200 มก. ต่อวัน	4 สัปดาห์	-ไม่ปรับปรุงความ ต้านทานต่อ อินซูลินอย่างมี นัยสำคัญ	-
Choudhary et al. (2018)	ผู้ป่วยโรคเม ตาบอลิซึม 40 ราย	กระเทียมสดบด 100 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัว 2 ครั้งต่อวัน	4 สัปดาห์	- ปัจจัยที่ลดลง ของโรคเมตาบอลิ ซึม	- ลดความดัน โลหิตซิสโตลิก และไดแอสโต ลิกและระดับ น้ำตาลในเลือด ขณะอดอาหาร - เพิ่มคอเลส เตอรอลไลโป โปรตีนชนิด ความหนาแน่น สูงในซีรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Ghorbani et al. ((2019)	ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 50 ราย	กระเทียม 300 มก. 2 ครั้งต่อวัน	12 สัปดาห์	- ไชมันโนเลือดลดลง	- ปรับปรุงระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดคอเลสเตอรอลรวม และระดับไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ
Gómez-Arbeláez et al. (2013)	ผู้ป่วย 48 ราย	สารสกัดกระเทียมบ่ม 1.2 กรัมต่อวัน	24 สัปดาห์	- ป้องกันภาวะแทรกซ้อนทางหัวใจและหลอดเลือดในบุคคลที่เป็นโรคเมตาบอลิซึม	- เพิ่มระดับของอดีโพเนคตินในพลาสมา
Matsumoto et al. (2016)	ผู้ป่วยโรคเมตาบอลิซึม 55 ราย	สารสกัดกระเทียมบ่ม 2400 มก.ต่อวัน	52 สัปดาห์	- ลดความดันโลหิตในหลอดเลือดหัวใจตีบ	-
Mirunalini et al. (2011)	ผู้ป่วยเบาหวาน 20 ราย	กระเทียมสด 3.6 กรัมต่อวัน	30 วัน	- ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง	- ลดการเผาผลาญไขมัน - ลดคอเลสเตอรอลในเลือด, TG และ LDL - ระดับ HDL ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	ผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Parham et al. (2020)	ผู้ป่วยเบาหวาน 76 ราย	แคปซูล 750 มก. มีส่วนผสมของหัวหอมและกระเทียม 20% (w/w) 3 ครั้งต่อวัน	12 สัปดาห์	-ลดระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร -ลดระดับ HbA1c	-
Phil et al. (2011)	ผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 จำนวน 210 ราย	- แคปซูล กระเทียม 300/600/900/1,200 มก. ต่อวัน - เมตฟอร์มิน 500 มก. วันละ 2 ครั้ง	24 สัปดาห์	-ลดระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร -ลด HbA1C	-
Sobenin et al. (2008)	ผู้ป่วยเบาหวาน 60 ราย	แคปซูล Alllicor 300 มก. วันละ 2 ครั้ง	4 สัปดาห์	- ปรับปรุงการควบคุมการเผาผลาญ	- ลดระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร - ลดระดับฟรุกโตซามีนในเลือดและระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือด
Varma et al. (2011)	ผู้ป่วยโรคอ้วน	กระเทียมสด 100 มก. ต่อวัน	5 เดือน	- เพิ่มฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดและภาวะไขมันในเลือดต่ำ	ลดระดับน้ำตาลในเลือดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์, เพิ่มระดับ HDL

อ้างอิงจาก : Ansary et al. (2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการทดลองเกี่ยวกับโรคอื่นๆทางคลินิกของกระเทียม

ผู้วิจัย	จำนวนผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
คุณสมบัติด้านการอักเสบ					
Alma et al. (2014)	อาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 60 คน	ผงกระเทียม 1 กรัมหรือ 3 กรัม	6 กับ 24 ชั่วโมง	บทบาทภูมิคุ้มกันในระบบทางเดินปัสสาวะ	-ปรับปรุงระดับปัสสาวะของ IL-12
Atkin et al. (2016)	ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 26 ราย	1200 มก.ของกระเทียมบ่มสกัดต่อวัน	4 สัปดาห์	ไม่มีการปรับปรุงการอักเสบของหลอดเลือดอย่างเห็นได้ชัด	-
Nantz et al. (2012)	120 คน	2.56 กรัมของกระเทียมบ่มสกัดต่อวัน	90 วัน	เพิ่มการทำงานของเซลล์ภูมิคุ้มกันลดความรุนแรงของโรคหวัดและไข้หวัดใหญ่	-
Percival (2016)	120 คน	2.56 กรัมของกระเทียมบ่มสกัดต่อวัน	90 วัน	กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน	-
Ried et al. (2018)	ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ไม่สามารถควบคุมได้ 49 ราย	1.2 กรัมของกระเทียมบ่มสกัดต่อวัน	12 สัปดาห์	ช่วยปรับปรุงการอักเสบและจุลินทรีย์ในลำไส้ในทางที่ดีขึ้น	-เพิ่มความสมบูรณ์และความหลากหลายของจุลินทรีย์ -ปรับปรุงระบบภูมิคุ้มกันที่กระตุ้นแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสและสายพันธุ์ Clostridia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	จำนวนผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
van Doorn et al. (2006)	ผู้ป่วยน้ำหนักเกิน 90 ราย	ผงกระเทียม 2.1 กรัมต่อวัน	12 สัปดาห์	ไม่มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเกี่ยวกับการอักเสบ การทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือด หรือโปรไฟล์ไขมัน	-
Xu et al (2018)	ผู้ใหญ่สุขภาพดี 51 คนเป็นโรคอ้วน	3.6 กรัมของกระเทียมบ่มสกัดต่อวัน	6 สัปดาห์	ลดการอักเสบที่เกิดจากโรคอ้วน	- การปล่อย H_2S จาก SAC ด้วยการเพิ่มผลิตภัณฑ์ภายนอก
Zare et al. (2019)	ผู้ป่วยพอกไตทางช่องท้อง 42 ราย	400 มก.ของสารสกัดกระเทียม 2 ครั้งต่อวัน	8 สัปดาห์	ฤทธิ์ต้านการอักเสบในผู้ป่วย ESRD	- ลด IL-6, CRP และ ESR
โรคกระดูก					
Ahmadian et al. (2017)	สตรีวัยหมดประจำเดือน 44 คนที่เป็นโรคกระดูกพรุน	แคปซูลกระเทียม 2 เม็ดต่อวัน	8 เดือน	- ฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกัน	-ลดระดับ TNF- α

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	จำนวนผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Dehghani et al. (2018)	80 ผู้หญิงที่มีน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วนวัยหมดประจำเดือนที่มีข้อเข่าเสื่อม	แคปซูล กระเทียม 500 มก. 2 ครั้งต่อวัน	12 สัปดาห์	- ลดความรุนแรงของความเจ็บปวด	- ลด adipocytokine ด้านการอักเสบ
Mozaffari-Khosravi et al. (2012)	สตรีวัยหมดประจำเดือน 42 ราย	แคปซูล กระเทียม 2 เม็ดเทียบเท่ากับกระเทียมสด 2 กรัมต่อวัน	1 ปี	- ลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน	- ระดับพลาสมา PCO ลดลง - ระดับ AOPP ลดลง - เพิ่ม TAC
Salimzadeh et al. (2018)	สตรีวัยหมดประจำเดือน 76 คนที่มีน้ำหนักเกิน	แคปซูล กระเทียม 1,000 มก. ต่อวัน	12 สัปดาห์	- อาการปวดข้อเข่าดีขึ้น	--
โรคผิวหนัง					
Bakhshi et al. (2012)	ผู้ป่วยฟันปลอมปากเปื่อย 40 ราย	สารละลายน้ำ กระเทียมที่ 40 มก.ต่อมล. 3 ครั้งต่อวัน	4 สัปดาห์	- ปรับปรุงรอยโรคเม็ดเลือดแดง	-
ประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพ					
Ebrahimi et al. (2015)	ผู้หญิง 110 คนที่มีอาการคันหรือแสบร้อนบริเวณช่องคลอด	ยาเม็ดคาร์ซิน 1,500 มก. และยาเม็ดฟลูโคนาโซล 150 มก. ต่อวัน	7 วัน	- ช่องคลอดอักเสบดีขึ้น	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	จำนวนผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Watson et al. (2014)	ผู้หญิง 63 รายที่ไม่มีอาการซึ่งมีเชื้อ Candida สายพันธุ์บวก	แคปซูล กระเทียม 350 มก. ครั้งละ 3 เม็ด วันละ 2 ครั้ง	14 วัน	- รายงานผลข้างเคียง	-
การติดเชื้อไวรัสทางเดินหายใจเฉียบพลัน					
Andrianova et al. (2003)	เด็ก 796 คน	ระยะที่หนึ่ง Allicor 600 มก. ต่อวัน ระยะที่สอง Allicor 300 มก. ต่อวัน	5 เดือน	- ป้องกันการติดเชื้อทางเดินหายใจเฉียบพลัน โดยไม่มีผลข้างเคียง	-
การติดเชื้อในโรงพยาบาล					
Madineh et al. (2017)	ผู้ป่วย 94 ราย	แคปซูล กระเทียม 400 มก. ต่อวัน	6 วัน	- มีผลกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อในโรงพยาบาลที่มีความเสี่ยงสูง	-
ฤทธิ์ต้านอาการลิซมาเนียและปรับภูมิคุ้มกัน					
J Samdani & Iqbal Choudhary (2012)	ผู้ป่วยโรคลิซมาเนียที่ผิวหนัง 70 ราย	วันละ 1 ครั้ง	6 และ 8 สัปดาห์	- ฤทธิ์ต้านลิซมาเนียและการฟื้นฟูตัวของรอยโรค	-
โรคปอดเรื้อรัง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	จำนวนผู้ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Smyth et al. (2010)	ผู้ป่วยโรคซีสติกไฟโบรซิส 34 ราย	แคปซูล กระเทียม (น้ำมัน กระเทียมบด 656 มก. และ น้ำมันกระวาน 10 มก.) ต่อวัน	8 สัปดาห์	- ไม่มีผลกระทบต่อ การตรวจจับ Pseudomonas aeruginosa quorum - ผลข้างเคียง เล็กน้อย	-
โรคตับ					
Kim et al. (2017)	ผู้ใหญ่ 75 คน ที่มี GGT สูง	สารสกัด กระเทียมหมัก 1.5 กรัมต่อวัน	12 สัปดาห์	- ปรับปรุงความผิดปกติของตับ	- เพิ่มระดับ GGT และ ALT - ปรับปรุง คะแนนระดับความเหนื่อยล้า
โรคตับอักเสบเรื้อรัง					
Lee et al. (2012)	ผู้ป่วย 88 รายที่ได้รับการยืนยันทางจุลพยาธิวิทยาโรคตับอักเสบเรื้อรัง	3 ถึง 6 แคปซูล ต่อวัน แต่ละ แคปซูล ประกอบด้วย 25 มก. DDB และ 50 มก. GO	7 สัปดาห์	-DDB plus GO ลดกิจกรรมของอะมีโนทรานสเฟอเรสในซีรัม	- ลดระดับ ALT และ AST
โรคไขมันพอกตับที่ไม่มีแอลกอฮอล์					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัย	จำนวนผู้ ทดลอง	ปริมาณที่ได้รับ	ระยะเวลา	ผลรับ	การทำงาน
Soleimani et al. (2016)	NAFLD ผู้ป่วย 110 ราย	แคปซูล กระเทียม 400 มก. ต่อวัน	15 สัปดาห์	- น้ำหนักตัวและ มวลไขมันลดลง	-
Zhang et al. (2019)	ผู้ป่วย NAFLD 24,166 ราย	1-7 กรัมต่อ สัปดาห์		- การโจมตีของ NAFLD	-

อ้างอิงจาก : Ansary et al. (2020)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ณัฐ พันธุ์รังษี
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤษภาคม 2542
ประวัติการศึกษา	
2554	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทพศิรินทร์
2560	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทพศิรินทร์, สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
2564	ปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) คณะอุตสาหกรรมอาหาร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานวิจัย	
2567	ตีพิมพ์บทความลงรายงานการประชุมวิชาการ ในงาน The 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOOD AND APPLIED BIOSCIENCE 2024 (FAB 2024) เรื่อง Water Activity Optimization of Sliced Garlic Using Vacuum Drying by Response Surface Methodology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้