ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้ง ภายหลังการผ่านกระบวนการต่างๆ

SULFUR DIOXIDE CONTENT IN DRIED LONGAN AFTER VARIOUS TREATMENTS

ธิริภรณ์ สมประสงค์

SIRIPORN SOMPRASONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-054-323

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้ง ภายหลังการผ่านกระบวนการต่างๆ

SULFUR DIOXIDE CONTENT IN DRIED LONGAN AFTER VARIOUS TREATMENTS

สิริภรณ์ สมประสงค์

SIRIPORN SOMPRASONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-054-323

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SULFUR DIOXIDE CONTENT IN DRIED LONGAN AFTER VARIOUS TREATMENTS

SIRIPORN SOMPRASONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SAFETY MANAGEMENT

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-AI-M-054-323

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้งภายหลังการผ่านกระบวนการต่างๆ

SULFUR DIOXIDE CONTENT IN DRIED LONGAN AFTER VARIOUS TREATMENTS

ชื่อนักศึกษา นางสาวสิริภรณ์ สมประสงค์

รหัสประจำตัว 57608016

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการความปลอดภัยอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.อภัชชา จินดาประเสริฐ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.อภัชชา จินดาประเสริฐ	
รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์	
ดร.วิรามศรี ศรีพจนารถ	
รศ.สพญ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 14 ธันวาคม 2561 เวลา 13.00-15.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง D 213 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 3 เดือน ม.ค. พ.ศ. 2562

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้งภายหลังการผ่านกระบวนการต่างๆ
นักศึกษา	นางสาวสิริภรณ์ สมประสงค์
รหัสประจำตัว	57608016
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการความปลอดภัยอาหาร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิต การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง และศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคเครื่องดื่มชาจากลำไยอบแห้ง จากการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง พบว่าเมื่อนำเนื้อลำไยสดแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.3% นาน 5 นาที อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 12-15 ชั่วโมง ได้เนื้อลำไยอบแห้งที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 12.49-15.19% และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 662.66-711.42 ppm การศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากสถานประกอบการในจังหวัดลำพูน พบว่ามีการใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในช่วง 10-40 ppm แช่เนื้อลำไยสด ทำการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 11-13 ชั่วโมง จนได้ลำไยอบแห้งสีทอง พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยในช่วง 3.32-15.66 ppm และผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง พบว่ามีความชื้น 17.52% และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 22.77 ppm จากนั้นทำการสำรวจคุณภาพทางกายภาพ เคมี ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสิ่งแปลกปลอมในผลไม้อบแห้ง และลำไยอบแห้งสีทองจากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ ปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูนในปี พ.ศ.2560 พบว่าผลไม้อบแห้งที่ซื้อจากตลาดและห้างสรรพสินค้าจำนวน 15 ตัวอย่าง จาก 53 ตัวอย่าง (28.3%) มีความชื้น และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ลำไยอบแห้งสีทองมีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 12.42-16.99% และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 9.40-229.19 ppm ส่วนผลการสำรวจในปี พ.ศ.2561 พบว่าลำไยอบแห้งสีทองมีความชื้นอยู่ในช่วง 13.60-19.52% และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 9.96-444.15 ppm ซึ่งไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด แต่เกินค่าความปลอดภัยต่อผู้บริโภคที่ 10 ppm เมื่อทำการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง โดยวิธีการใช้เตาไมโครเวฟ การใช้ลมร้อน การลวก และการตากแดด พบว่าการใช้ไมโครเวฟไม่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงได้ แต่การลวกลดปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซัลเฟอร์ไดอออกไซด์แต่ทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ขณะที่การใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 84.12 ppm คิดเป็น 21.27% และการตากแดดนาน 4 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 39.75 ppm คิดเป็น 10.05% ตามลำดับ โดยที่คุณภาพของลำไยอบแห้งที่ได้ใกล้เคียงกับชุดควบคุม และนำลำไยอบแห้งสีทองมาใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมผลิตภัณฑ์ชาลำไย เพื่อศึกษาความปลอดภัยในการบริโภค พบว่า เครื่องดื่มชาจากลำไยอบแห้งที่ทำการแช่ในน้ำร้อนนาน 10 นาที ไม่พบการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ผลิต และที่มีการจำหน่าย พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ.2561 อย่างไรก็ตามการบริโภคลำไยอบแห้งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้โดยเฉพาะผู้บริโภคที่ไว และแพ้สารซัลไฟต์ ดังนั้นการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคปลอดภัยจากการได้รับปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Sulfur dioxide content in dried longan after various treatments
Student	Ms. Siriporn Somprasong
Student ID.	57608016
Degree	Master of Science
Program	Food Safety Management
Year	2018
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Aphacha Jindaprasert

ABSTRACT

The purposes of this research were study on the dried longan production, reduction of sulfur dioxide content in dried longan and food safety for dried longan tea drink. Flesh longan was soaked in 0.3% potassium metabisulfite, and ovened at 60°C for 12-15 hours to produce dried longan in laboratory. It was found that moisture content of dried longans were 12.49-15.19% and sulfur dioxide content were 662.66-711.42 ppm. Dried longan process from a manufacturer in Lumphun were prepared from flesh longan, soaked in 10-40 ppm sodium metabisulfite solution, and dried at 60°C for 11-13 hours. The moisture content of dried longan was 17.52% and sulfur dioxide (SO_2) content were 22.77 ppm, respectively. The quality and food safety in dried fruits and dried longans in various market and retailer in Bangkok and Metropolitan Region, Chaing Mai and Lumphun in the year 2017 were survey. Dried fruits from retailer and department stores 15 sample from 53 samples (28.3%) exceeded the permitted level, especially moisture and SO_2 contents. Moisture content was found in the range of 12.42-16.99% and SO_2 content in the range of 9.40-229.19 ppm. The results of survey in year 2018, dried longans had moisture content in the range of 13.60-19.52% and SO_2 content in the range of 9.96-444.15 ppm. SO_2 were detected not exceeded the permitted level, but exceeded safety standard at 10 ppm. Reduction of SO_2 content in dried longan using microwave, hot air oven, hot water dipping and sun drying methods were studied. The results revealed that microwave could not reduce SO_2 content but hot water dipping reduced SO_2 content in dried longan and product has high moisture content. Hot air oven at 90°C, 30 minutes and sun drying could decrease SO_2 at 84.12 ppm or 21.27% and 39.75 ppm or 10.05%, respectively. The appearance of dried longan after reducing showed the same quality dried longan as control. Dried longan was used as a raw material in the preparation of dried longan tea and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

study on consumer safety after drinking tea. The result was not detected SO_2 content in dried longan tea drink after dipping in hot water for 10 minutes. The finding of this research showed that SO_2 content in dried longans from manufacturer and retailer followed accordance with regulation according to Thai Notification of the Ministry of Public Health no. 389 B.E 2561. However, consumer, who are allergic or sensitive to sulfur dioxide, can be harmful and health effect. Therefore, these reducing sulfur dioxide methods are alternative way for consumption dried longan to safety from sulfur dioxide.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะแนวทางการวิจัย ตลอดจนการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. อดิศร เสวตวิวัฒน์, ดร.วิรามศรี ศรีพจนารถ อาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ รศ.ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์ ที่ได้ให้เกียรติเป็นกรรมการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ และได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจทาน และแก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2560

ขอขอบพระคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน ที่ได้ให้ข้อมูลกระบวนการผลิตและอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง จนงานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ธุรการ เพื่อน ๆ พี่น้องนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจในการทำวิจัยนี้ตลอดมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณมารดาของข้าพเจ้าที่ช่วยทุนทรัพย์ และเป็นกำลังใจทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สิริภรณ์ สมประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ X

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลำไย 4

2.2 ลำไยอบแห้งสีทอง 5

2.3 ซัลไฟต์ 9

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ 22

3.2 สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อ 22

3.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือ 24

3.4 ขั้นตอน และวิธีการทดลอง 26

บทที่ 4 ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 การผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ 34

4.2 ผลการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการ 36

4.3 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ใน ลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้ง 46

4.4 ศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง 53

4.5 ผลการศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์ชาจากลำไยอบแห้ง 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 62

5.2 ข้อเสนอแนะ 63

บรรณานุกรม 64

ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ 72

ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี 73

ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา 79

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพในตัวอย่างผลไม้อบแห้ง 87

ภาคผนวก จ วิธีการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้ง 99

ประวัติผู้เขียน 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อลำไย 5
2.2 เกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้แห้ง 8
2.3 การอนุญาตให้ใช้สารซัลไฟต์ในอาหารประเภทต่างๆ 12
2.4 การอนุญาตให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ ของหน่วยงานแต่ละประเทศ 13
2.5 แสดงชนิดอาหาร และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจพบ 16
2.5 แสดงชนิดอาหาร และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจพบ (ต่อ) 17
2.6 วิธีการและสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร 21
3.1 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพของลำไยสด สารละลายโซเดียม เมตาไบซัลไฟต์ ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้งสีทอง 29
3.2 วิธีการมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง 30
4.1 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และความชื้นของลำไยจากกระบวนการ ผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ 35
4.2 คุณภาพทางด้านสี และลักษณะปรากฏของลำไยสด ลำไยระหว่าง กระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง 41
4.3 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของลำไยสด ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง 42
4.4 ความเป็นกรดด่าง และช่วงค่าความเข้มข้นปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากกระดาษ ทดสอบในน้ำประปา สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อน และหลังแช่เนื้อลำไย 43
4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวน การผลิตลำไยอบแห้งสีทอง 44
4.6 ชนิด และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง* 45
4.7 ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความเป็นกรดด่างในผลไม้อบแห้ง (แสดงค่าเฉลี่ย ±SD) 47
4.8 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลไม้อบแห้ง, จำนวนตัวอย่าง และเปอร์เซ็นต์ (%) ของผลไม้อบแห้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินมาตรฐาน 49
4.9 ประเภท และจำนวนสิ่งแปลกปลอมในผลไม้อบแห้ง 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.10 ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, ความเป็นกรดด่าง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้ง 52
4.11 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ 55
4.12 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($\%SO_2$) ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ 56
4.13 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ลมร้อน และการตากแดด 58
4.14 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($\%SO_2$) ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ลมร้อน และการตากแดด 59
4.15 คุณภาพของชาลำไย และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่มชาลำไย และเนื้อชาลำไยหลังแช่น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แผนผังกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง 6
2.2 ประเภทซัลไฟต์อิสระที่ความเป็นกรดด่างต่างกัน 9
2.3 โครงสร้างทางเคมีของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 10
2.4 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 10
2.5 โครงสร้างทางเคมีของโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 10
2.6 ปฏิกิริยาการหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 14
3.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ 27
4.1 ลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6 (ก), 9 (ข), 12 (ค) และ 15 (ง) ชั่วโมง 34
4.2 ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน 36
4.3 สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง (ก) สถานที่เตรียมลำไยก่อนการอบ; (ข) ห้องอบลำไย 36
4.4 แผนผังกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง 37
4.5 การเตรียมวัตถุดิบ (ก) ลำไยพันธุ์อีดอ; (ข) การคว้านเมล็ดลำไย; (ค) การล้างน้ำประปา 38
4.6 การแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ก) สารละลายโซเดียม
เมตาไบซัลไฟต์; (ข) จุ่มเนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 39
4.7 การอบลำไย (ก) เรียงเนื้อลำไยบนตะแกรง; (ข) เตาอบแบบใช้แก๊สหุงต้ม;
(ค) การสลับตะแกรง และหมุนรถเข็น 39
4.8 ลักษณะลำไยอบแห้งสีทอง (ก) ลำไยระหว่างอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส;
(ข) การผึ่งลำไย 40
4.9 สิ่งแปลกปลอมในผลไม้อบแห้ง เช่น แมลงในลูกเกดสีเหลือง (ก), มดในสับปะรด
อบแห้ง (ข), เส้นผมในลำไยอบแห้งสีทอง (ค), เส้นขนในลูกเกดสีเหลือง (ง),
ชิ้นส่วนผลไม้ในแอปริคอตอบแห้ง (จ, ฉ), ในลำไยอบแห้งสีทอง (ช, ซ),
ในลูกเกดดำ (ฌ), ในฝรั่งอบแห้ง (ญ), วัตถุแข็งในลำไยอบแห้งสีทอง (ฎ)
และแอปริคอตอบแห้ง (ฏ) 50
4.10 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้
ไมโครเวฟ (ข), การใช้ลมร้อนที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ค), การใช้ลมร้อนที่
60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง (ง) และการลวกน้ำร้อน (จ) 54
4.11 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการใช้ลมร้อน 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
(ข), และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง (ค) 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.12 วัตถุดิบลำไยอบแห้งสีทอง (ก) ชาลำไยก่อนอบ (ข) ชาลำไยหลังอบ (ค) ชาลำไยหลังลดขนาด (ง) และชาลำไยบรรจุซองชา (จ) 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

สารกลุ่มซัลไฟต์เป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหารได้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 389 พ.ศ.2561 และตามมาตรฐานโคเด็กซ์ (Codex standard 192-1995) สารกลุ่มซัลไฟต์ที่ใช้ในอาหาร ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โซเดียมซัลไฟต์ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ โพแทสเซียมซัลไฟต์ เป็นต้น มีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ขึ้นอยู่กับเอนไซม์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549) และยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Varnam และ Sutherland, 1994) ทำให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในอาหารหลายประเภท ทั้งในเครื่องดื่มจำพวกไวน์ เบียร์ น้ำผลไม้ เนื้อกุ้งแช่เยือกแข็ง น้ำตาลทราย รวมถึงผักผลไม้ทั้งแบบสดและแบบแห้ง (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) โดยมีการใช้มากในลูกเกด แอปริคอตอบแห้ง ลำไยสด และในเนื้อลำไยสดอบแห้งหรือที่เรียกว่า ลำไยอบแห้งสีทอง

ซัลไฟต์จัดเป็นสารก่อภูมิแพ้ กลุ่มผู้ที่เสี่ยงต่อการแพ้ได้แก่ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคหอบหืดซึ่งมีอัตราการแพ้สารกลุ่มนี้ 5 เปอร์เซ็นต์ (%) และผู้ที่มีร่างกายแข็งแรงปกติพบการแพ้เพียง 1% (Grotheer และคณะ, 2014) อาการที่ปรากฏได้แก่ การเกิดลมพิษ การบวม และภูมิแพ้เฉียบพลันที่อาจถึงแก่ชีวิตได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับยาที่มีส่วนผสมของซัลไฟต์ที่ทำให้ผู้ป่วยเกิดลมพิษ และมีการทำงานของปอดลดลง (More, 2016) ในกลุ่มสหภาพยุโรปและประเทศไทยจัดสารกลุ่มซัลไฟต์เป็นสารก่อภูมิแพ้ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2560; EU, 2011) ห้ามใช้ในผลไม้อบแห้งเกิน 2,000 ppm (EU, 2008) นอกจากนี้ประเทศไทย แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และฮ่องกง ยังกำหนดให้มีการระบุสารซัลไฟต์บนฉลากหากมีปริมาณเกิน 10 ppm (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549; กระทรวงสาธารณสุข, 2560; ดารณีหมู่ขจรพันธ์, 2552)

ลำไยเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญ โดยในปี พ.ศ.2560 การส่งออกผลิตภัณฑ์ลำไยมีมูลค่ามาก โดยลำไยอบแห้งมีมูลค่าการส่งออกมากถึง 11,104 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองพบมีการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์ ได้แก่ โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในช่วงการแช่สารละลายก่อนนำไปอบแห้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2555) เพื่อฟอกสีและยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ รวมถึงยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อีกด้วย ประเทศไทยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ. 2561 อนุญาตให้พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างสูงสุดในผลไม้อบแห้งได้ไม่เกิน 500 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรายงานการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างในลำไยอบแห้งสีทอง โดยกรมวิชาการเกษตร (2550) พบว่าในปี พ.ศ.2549 พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงถึง 130 ppm และพ.ศ.2550 พบการตกค้างตั้งแต่ 10-98 ppm ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด แต่การบริโภคลำไยอบแห้งสีทองที่มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 10 ppm อาจทำให้ผู้บริโภคเกิดอันตราย และเกิดการแพ้อาหารได้

แม้สารในกลุ่มซัลไฟต์จะได้รับอนุญาตให้ใช้ได้ในอาหารหลายประเภท โดยเฉพาะในผลไม้ทั้งแบบสดและแห้ง แต่การใช้งานควรคำนึงถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์จำพวกผักผลไม้มีหลายวิธี เช่น การล้างน้ำและการแช่น้ำในผลลำไยสด (สุชาดาทองศรี, 2549) การใช้ลมร้อนและการใช้สารเคมีจำพวกไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในแอปริคอตอบแห้ง (Ozkan และ Cemeroglu, 2002a,b) การใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค การใช้สารละลายด่าง และการใช้น้ำระบบน้ำวน (refresh cycle) ในแอปเปิ้ลสไลด์ (Liu และคณะ, 2011) และการลวกในผักและผลไม้แห้ง เช่น เห็ดหูหนูขาว พุทราจีน เป็นต้น (จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์, 2558) เป็นต้น พบว่าแต่ละวิธีการสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ได้แตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้นี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์ในกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง การตกค้างปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองและผลไม้อบแห้ง และรวมทั้งศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้ง โดยคำนึงถึงคุณภาพความปลอดภัยของผู้บริโภคและการนำลำไยอบแห้งไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตชาลำไยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการ

1.2.2 เพื่อสำรวจคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกโซด์ในผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้ง

1.2.3 เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้ง

1.2.4 เพื่อศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากชาลำไยอบแห้ง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษากระบวนการผลิตปริมาณการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์และการเปลี่ยนแปลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับปฏิบัติการและจากสถานประกอบการ ทำการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยอบแห้งสีทองและผลไม้อบแห้งชนิดอื่นๆศึกษาวิธีการต่างๆในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ การใช้เตาไมโครเวฟ การใช้ลมร้อนการลวก และการตากแดด โดยทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างและร้อยละน้ำหนักที่หาย (%weight loss) ของลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์เปรียบเทียบกับคุณภาพของลำไยอบแห้งเริ่มต้น และมาตรฐานลำไยอบแห้งสีทอง มกอช.8-2549 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549) จากนั้นนำลำไยอบแห้งมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ชาลำไย ศึกษาและตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในขั้นตอนการเตรียมชา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

1.4.2 ทราบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้ง

1.4.3 ทราบวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

1.4.4 ทราบความปลอดภัยในการบริโภคชาลำไยจากลำไยอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลำไย

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของลำไย

ลำไยเป็นไม้ผลเขตร้อน และกึ่งร้อน อยู่ในวงศ์ Sapindaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Dimocarpus longan* Lour. มีพืชร่วมตระกูล ได้แก่ เงาะ ลิ้นจี่ ลำไยป่า และลำไยเครือหรือลำไยเถา (พาวิน มะโนชัย, 2543) เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 10-25 องศาเซลเซียส แพร่หลายในหลายประเทศทั้งจีน อินเดีย ศรีลังกา พม่า และไทย โดยในประเทศไทยเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากในแถบจังหวัดทางภาคเหนือทั้งเชียงใหม่ และลำพูน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) สายพันธุ์ลำไยที่นิยมปลูกในไทย ได้แก่ อีดอ, สีชมพู, เบี้ยวเขียว, พันธุ์แดง เป็นต้น (พาวิน มะโนชัย, 2543)

ลำไยพันธุ์อีดอ เป็นลำไยพันธุ์ที่ชาวสวนนิยมปลูก เนื่องจากเจริญเติบโตได้ดี ทนแล้ง และทนน้ำได้ในระดับปานกลาง สามารถออกดอกและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วกว่าลำไยพันธุ์อื่นๆ โดยสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงปลายเดือนมิถุนายนหรือกรกฎาคม และเนื่องจากเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วจึงนิยมนำไปขายสด และแปรรูป เช่น ลำไยกระป๋อง หรือลำไยอบแห้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

2.1.2 คุณค่าทางโภชนาการของลำไย

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ (2542) ได้ระบุถึงคุณประโยชน์ของลำไยไว้ ตำรับยาแผนโบราณจีนถือว่าเนื้อลำไยเป็นตัวยาชนิดหนึ่งสามารถทำให้สุขภาพแข็งแรงได้ โดยมีสรรพคุณบำรุงหัวใจ บำรุงสมอง และม้าม โดยเฉพาะผู้ที่มีสุขภาพอ่อนแอ สตรีหลังคลอดบุตร และสตรีที่เสียเลือดขณะมีประจำเดือดควรรับประทานเป็นอย่างยิ่ง แต่ทั้งนี้เนื่องจากการทานลำไยมีผลทำให้เกิดการร้อนใน ดังนั้นผู้ที่ร้อนในได้ง่ายจึงไม่ควรรับประทาน

นอกจากนี้ในเนื้อลำไยสดยังมีน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส และซูโครส และกรดอินทรีย์อีกหลายชนิด โดยในเนื้อลำไยอบแห้งยังมีเกลือแร่ เช่น สังกะสี เหล็ก และแมงกานีส อีกด้วย (พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ, 2542) ทั้งนี้ลำไยนอกจากการรับประทานสดแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์แปรรูปที่สำคัญของลำไย ได้แก่ ลำไยอบแห้ง เครื่องดื่มน้ำลำไยพร้อมดื่ม น้ำลำไยหวานเข้มข้น น้ำลำไยสกัดเข้มข้น ลำไยเชื่อมบรรจุขวด ไวน์ลำไย และกาแฟลำไย เป็นต้น ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยแห้ง ดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อลำไย

คุณค่าทางโภชนาการ	เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยแห้ง
โปรตีน	0.97	4.60
คาร์โบไฮเดรต	16.98	72.70
เส้นใย	0.28	1.60
ไขมัน	0.11	0.40
พลังงาน (kg/100 g)	72.79	311.80
แคลเซียม (mg/100 g)	5.70	27.70
เหล็ก (mg/100 g)	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส (mg/100 g)	35.30	159.50
วิตามินซี (mg/100 g)	69.20	137.80
โซเดียม (mg/100 g)	-	4.50
โพแทสเซียม (mg/100 g)	-	2010.00
ไนอาซิน (mg/100 g)	-	3.03
กรดแพนโธนิค (mg/100 g)	-	0.57
วิตามินบี 2 (mg/100 g)	-	0.375

ที่มา : ดัดแปลงจากพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ (2542)

2.2 ลำไยอบแห้งสีทอง

ลำไยอบแห้งสีทอง หรือลำไยสดอบแห้ง เป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรที่ได้จากการแปรรูปลำไยสด ด้วยวิธีการอบด้วยความร้อน ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 8-2549) ระบุไว้ว่า เนื้อลำไยอบแห้งสีทองทุกชั้นคุณภาพมีสีเหลืองตั้งแต่เหลืองอ่อน เหลืองทอง จนถึงเหลืองเข้ม มีกลิ่นหอมเฉพาะของเนื้อลำไย ไม่มีรสเปรี้ยว มีลักษณะแห้ง ไม่เหนียวติดมือ

2.2.1 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

กรมวิชาการเกษตร (2547, 2555) ได้แนะนำขั้นตอนกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง ดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 แผนผังกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2547, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิต

1. คัดเลือกเนื้อลำไยที่เหมาะสมคือ มีเนื้อหนา สีขาวใส มีคุณภาพดี ไม่เน่า สามารถใช้ลำไยได้ทุกสายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ พันธุ์อีดอ
2. คว้านเมล็ดออก อย่าให้หัวสีน้ำตาลเหลือติดกับเนื้อ จากนั้นล้างน้ำให้สะอาด
3. แช่เนื้อลำไยในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.1 หรือ 0.3%โดยการเตรียมน้ำสะอาด 10 ลิตร กับสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 10 หรือ 30 กรัม สามารถแช่เนื้อลำไยได้ 10-15 กิโลกรัม นาน 5-10 นาที เพื่อป้องกันการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และการเกิดราหลังการอบ
4. ผึ่ง หรือเป่าลมลำไยให้พอหมาด จากนั้นเรียงเนื้อลำไยในตะแกรงให้สม่ำเสมอ อย่าให้เนื้อลำไยวางซ้อนกัน
5. อบเนื้อลำไยที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ติดต่อกันนาน 12-15 ชั่วโมง จนเนื้อลำไยมีความชื้นเหลือ 11-13% ไม่ควรใช้อุณหภูมิในการอบเกิน 70 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้เนื้อลำไยมีสีน้ำตาล หรือสีเข้ม เครื่องอบที่มีการกระจายความร้อนไม่สม่ำเสมอให้หมั่นพลิกเนื้อลำไยเพื่อให้ความชื้นในเนื้อใกล้เคียงกัน
6. เนื้อลำไยที่อบได้ที่ให้เป่าลมเย็น หรือทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท
7. เนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทที่ดี และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6-9 เดือน

2.2.2 มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับลำไยอบแห้งสีทอง

2.2.2.1 มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ.2549 เรื่องเนื้อลำไยสดอบแห้ง

คุณภาพทั่วไป

1) เนื้อลำไยสดอบแห้งทุกชั้นคุณภาพ มีสีเหลืองตั้งแต่สีเหลืองอ่อน เหลืองทอง จนถึงเหลืองทองเข้ม ในบรรจุภัณฑ์เดียวกันต้องมีสีสม่ำเสมอ มีกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ มีลักษณะแห้ง ไม่เหนียวติดมือ ไม่มีรสเปรี้ยว มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของเนื้อลำไยสดอบแห้ง ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม รสชาติไม่ผิดปกติ และไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น แมลง ชิ้นส่วนของแมลง ขนสัตว์ ดิน ทราย เศษโลหะ

2) ความชื้นไม่ต่ำกว่า 12% และไม่เกิน 18%

3) ปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6

4) ความเป็นกรดด่าง (pH) ไม่ต่ำกว่า 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ของลำไยอบแห้งสีทอง แสดงในตารางที่ 2.2

2.2.2.2 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ.2561 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร ปริมาณสูงสุดของสารกลุ่มซัลไฟต์ที่อนุญาตให้ใช้ในผลไม้แห้งคือ ไม่เกิน 500 ppm

2.2.2.3 ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3 พ.ศ.2560 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร และมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549) ได้กำหนดเกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ของผลไม้แห้ง แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้แห้ง

เชื้อจุลินทรีย์	มกอช. 8-2549 *	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3-2560 **
1. จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	-	$<1 \times 10^5$
2. ยีสต์ (cfu/g)	$<1 \times 10^6$	<1000
3. รา (cfu/g)	<500	<1000
4. *S. aureus* (cfu/g)	<10	<10
5. *C. perfringens* (cfu/g)	<10	-
6. *Salmonella* spp. (ใน 25 g)	ไม่พบ	ไม่พบ
7. *E. coli* (MPN/g)	<3	<3

หมายเหตุ : [a] มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2549 เรื่องเนื้อลำไยสดอบแห้ง

[b] ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร

- คือ ไม่ระบุ

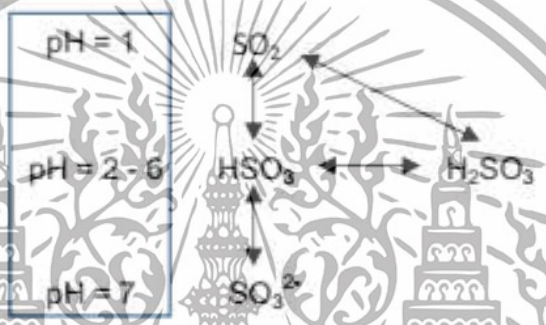
นอกจากลำไยอบแห้งสีทองแล้ว ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกก็เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้จากการแปรรูปลำไยสด โดยสำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ (มปป.) ได้แนะนำวิธีการผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือกให้เปลือกลำไยสวย 2 วิธี คือ การแช่ผลลำไยที่ผ่านการลวกในสารละลายโพแทสเซียม หรือโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.5% นาน 10-15 นาที ก่อนนำไปอบแห้งทั้งเปลือก และการรมควันกำมะถัน ซึ่งใช้ผงกำมะถันอัตราส่วน 30 กรัม ต่อลำไย 10 กิโลกรัม โดยการวางผงกำมะถันที่จุดไฟในเตาอบที่มีลำไยวางเรียงบนถาด ปิดประตูเตาอบ ปล่อยให้กำมะถันเผาไหม้ 30 นาที ก่อนอบลำไยทั้งเปลือกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ซัลไฟต์

2.3.1 สารประกอบซัลไฟต์

ซัลไฟต์เป็นชื่อที่ใช้เรียกทั่วไปของสารที่มีไอออนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2), ไบซัลไฟต์ (bisulfate, HSO_3^-), ซัลไฟต์ (bisulfite, SO_3^{2-}), และเมตาไบซัลไฟต์ (metabisulfite, $S_2O_5^{2-}$) โดยความเข้มข้นของปริมาณของซัลไฟต์อิสระที่อยู่ในรูปของ HSO_3^-, SO_3^{2-}, และกรดซัลฟูรัส (sulfurous acid, H_2SO_3) จะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่างของสารละลาย ดังรูปที่ 2.2 โดยเป็นสารที่นิยมใช้เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกันอย่างแพร่หลาย และฟอกสีผลิตภัณฑ์ ลักษณะทั่วไปเป็นของแห้ง และละลายได้ในน้ำ (Mega และ Tu, 1994)



รูปที่ 2.2 ประเภทซัลไฟต์อิสระที่ความเป็นกรดด่างต่างกัน

ที่มา : Garcia-Fuentes และคณะ (2015)

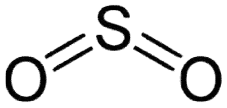
2.3.2 ชนิดของซัลไฟต์ที่ใช้ในอาหาร

สารในกลุ่มซัลไฟต์มีหลายชนิด ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2, INS 220) และเกลือของซัลไฟต์ เช่น โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3, INS 221), โซเดียมไบซัลไฟต์ ($NaHSO_3$, INS 222), โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ($Na_2S_2O_5$, INS 223), โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ($K_2S_2O_5$, INS 224), โพแทสเซียมซัลไฟต์ (K_2SO_3, INS 225) และโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$, INS 539) เป็นต้น สารกลุ่มนี้ได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 (2561) และตามมาตรฐานโคเด็กซ์ ฉบับที่ 192 (1995)

2.3.2.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide, SO_2) หรืออีกชื่อ กรดซัลฟูรัสแอนไฮไดร์ด โครงสร้างทางเคมีดังรูปที่ 2.3 อยู่ในรูปของก๊าซ หรือเกลือของสารกลุ่มซัลไฟต์ เป็นก๊าซไม่มีสี มีความเป็นพิษ มีกลิ่นกรดทำให้แสบจมูก มีน้ำหนักโมเลกุล 64.06 ที่สภาวะเป็นของเหลว มีจุดเดือดที่ -10 องศาเซลเซียส และจุดหลอมเหลวที่ -75.5 องศาเซลเซียส (Ashar, 2016) ค่าความดันไอคือ 2.26 (ที่ความดันบรรยากาศ และ 0 องศาเซลเซียส) ไม่ติดไฟ ละลายได้ในน้ำ และเอทานอล ส่วนใหญ่มักพบได้ในรูปของของเหลว และก๊าซ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

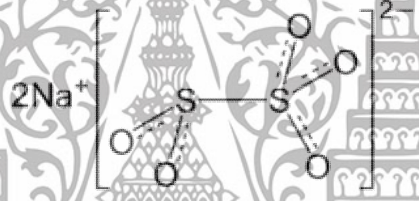
เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดฝนกรด พบได้ในอากาศซึ่งมาจากการเผาไหม้ของน้ำมัน หรือการระเบิดของภูเขาไฟ



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ที่มา : Ashar (2016)

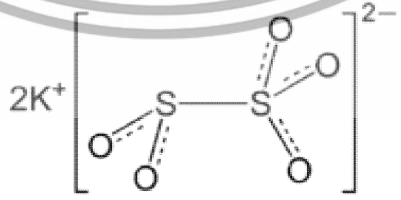
2.3.2.2 โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (Sodium metabisulfite, $Na_2S_2O_5$) โครงสร้างทางเคมีดังรูปที่ 2.4 อยู่ในรูปของแข็งผลึกหรือผงสีขาว มีกลิ่นฉุน มีความเป็นพิษ มีกลิ่นกรดทำให้แสบจมูก มีน้ำหนักโมเลกุล 190.11 จุดหลอมเหลวมากกว่า 300 องศาเซลเซียส ละลายได้ในน้ำ และเอทานอลเล็กน้อย



รูปที่ 2.4 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์ (2561)

2.3.2.3 โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Potassium metabisulfite, $K_2S_2O_5$) โครงสร้างทางเคมีดังรูปที่ 2.5 อยู่ในรูปของแข็งผลึกหรือผงสีขาว มีกลิ่นฉุน มีความเป็นพิษ มีกลิ่นกรดทำให้แสบจมูก มีน้ำหนักโมเลกุล 222.32 จุดหลอมเหลวที่มากกว่า 150 องศาเซลเซียส ละลายได้ในน้ำ และไม่ละลายในแอลกอฮอล์



รูปที่ 2.5 โครงสร้างทางเคมีของโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์ (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารประกอบซัลไฟต์นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร จำพวกผักผลไม้ทั้งแบบสด และแบบแห้ง ไวน์ เบียร์ น้ำผลไม้ น้ำหวาน อาหารทะเล น้ำตาลทราย เป็นต้น ซึ่งบทบาทของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารประกอบซัลไฟต์ ได้แก่

1. ป้องกัน และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งยีสต์ รา และแบคทีเรียแกรมลบ ประสิทธิภาพของสารขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยประสิทธิภาพจะสูงที่ pH น้อยกว่า 4 (Varnam และ Sutherland, 1994) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบของเซลล์ เช่น โปรตีน เอนไซม์ วิตามิน นิวคลีโอไทด์ กรดนิวคลิอิค และไขมัน ซึ่งจะยับยั้งการผลิตสารในเซลล์ หรือทำให้เซลล์ตายได้ (Mega และ Tu, 1994)

2. ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ขึ้นอยู่กับเอนไซม์ โดยมักเกิดในผัก และผลไม้ที่บริเวณผิวหน้าที่สัมผัสกับออกซิเจน เนื่องจากเนื้อเยื่อบริเวณนั้นถูกทำลายจากแรงที่กระทำ เช่น การหั่น การเฉือน การปลอก เป็นต้น โดยซัลไฟต์ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในกลุ่มโพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ไม่ให้เปลี่ยนไปเป็นสารมีสีกลุ่มโอ-ควิโนน (o-quinone) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดอะมิโน หรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ขนาดใหญ่มีสีน้ำตาล (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549 และ Kim, 1995)

2.3.4 ผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เนื่องจากสารในกลุ่มซัลไฟต์สามารถถูกขับออกจากร่างกายได้หากได้รับในปริมาณไม่มาก โดยร่างกายจะทำการออกซิไดซ์อยู่ในรูปของซัลเฟต (SO_4^{2-}) และขับออกมาทางปัสสาวะ จากงานวิจัยในหนู พบว่าหากได้รับในปริมาณที่มากถึง 62 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว โครงสร้างร่างกายของหนูเปลี่ยนไป เช่น อวัยวะภายใน ตา และร่างกายหยุดการเจริญเติบโต และมีผลต่อการยับยั้งวิตามินบี 1 (Thiamine) (Mega และ Tu, 1994) นอกจากนี้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เป็นของเหลวยังสามารถทำให้ผิวหนังไหม้ได้หากสัมผัสโดยตรง ซึ่งเป็นผลจากการได้รับความเย็นในระดับแช่เยือกแข็ง (freezing) ของของเหลวต่อผิวหนัง (สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา, 2555) ยิ่งกว่านั้นสารในกลุ่มซัลไฟต์สามารถละลายได้ในน้ำ และระเหยได้เมื่อได้รับความร้อนกลายเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จึงมีผลทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อตา ลำคอ และระบบทางเดินหายใจ โดยที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 8 ppm ขึ้นไป ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ และที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 20 ppm ขึ้นไป ทำให้ตาเกิดการระคายเคือง (พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ, 2542) อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อผู้ที่เป็นโรคหอบหืด หรือผู้ที่แพ้สารในกลุ่มนี้อย่างรุนแรงแม้ได้รับในปริมาณที่น้อย จากรายงานขององค์การอาหารและยาในสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration, FDA) พบว่า ประชากรในกลุ่มผู้ป่วยโรคหอบหืดมีอัตราการแพ้สารกลุ่มซัลไฟต์จำนวน 5% และผู้ที่ไม่เป็นโรคหอบหืด 1% (Grotheer และคณะ, 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ข้อกำหนดปริมาณการใช้สารซัลไฟต์ในอาหาร

ในปี ค.ศ. 1998 คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญร่วมวัตถุเจือปนอาหาร หรือ Joint Expert Committee for Food Additives (JECFA) ได้กำหนดค่าระดับที่ยอมรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) ของสารกลุ่มซัลไฟต์ที่ 0-0.7 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักผู้บริโภค 1 กิโลกรัม (WHO, 2000) ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และคณะ (2549) ได้อธิบายปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารที่เกินค่า ADI กำหนดคือ 400 ppm ซึ่งคำนวณจากคนที่มีน้ำหนัก 50-60 กิโลกรัม จะสามารถรับปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ไม่เกิน 35-42 มิลลิกรัม โดยผู้ที่มีน้ำหนักน้อยหรือเด็กจะสามารถรับปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้น้อยกว่านี้ หากผู้ที่มีน้ำหนัก 50 กิโลกรัม บริโภคอาหารที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 462.8 ppm ปริมาณ 100 กรัม จะได้รับปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 46 ppm ซึ่งเกินกว่าที่ค่า ADI กำหนด อาจทำให้ร่างกายเกิดความผิดปกติ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน หายใจติดขัด หอบหืด และช็อค เป็นต้น (Yang และ Purchase, 1985)

2.3.6 มาตรฐานปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

ตารางที่ 2.3 การอนุญาตให้ใช้สารซัลไฟต์ในอาหารประเภทต่างๆ

ชนิดอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต (ppm)
ผลไม้แช่เยือกแข็ง	500
ผลไม้แห้ง	500
แอปริคอตอบแห้ง	2,000
ลูกเกดฝรั่งสี	1,500
เนื้อมะพร้าวขูดฝอยอบแห้ง	200
แยม เยลลี่ และมาร์มาเลต	100
ผลไม้หมักดอง	100
ผัก สาหร่ายทะเล นัทและเมล็ด ที่แห้ง	500
แป้ง	200
น้ำเชื่อมและไซรัป	70
น้ำตาลทรายขาวชนิดละเอียด	20
น้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผักเข้มข้น	50
ไวน์องุ่น	350

ที่มา: ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 (2561) เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร อนุญาตให้มีการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์ในอาหารประเภทต่างๆ (ตารางที่ 2.3) และประกาศห้ามใช้สารในกลุ่มซัลไฟต์ทั้งหมดในพืชผักผลไม้ที่รับประทานโดยไม่ผ่านความร้อน และอนุญาตให้ใช้ในพืชผักผลไม้ที่อบแห้งได้ไม่เกิน 500 ppm ทั้งนี้เว้นแต่ได้มีการระบุปริมาณเฉพาะไว้แล้ว

นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดการอนุญาตให้มีการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผัก และผลไม้ของประเทศต่างๆ ดังตารางที่ 2.4 ซึ่งแสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดที่ยอมให้ตรวจพบ จะเห็นได้ว่าแต่ละประเทศมีความเข้มงวดเรื่องซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างเป็นอย่างมาก โดยในบางประเทศ ได้แก่ สิงคโปร์ และฮ่องกง ไม่อนุญาตให้ตรวจพบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อผลไม้สดเลย

ตารางที่ 2.4 การอนุญาตให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ ของหน่วยงานแต่ละประเทศ

ประเทศ/หน่วยงาน	ปริมาณสูงสุดของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ยอมให้ตรวจพบ (ppm)	อ้างอิง
Codex	ผิวผลไม้สด ไม่เกิน 30 ppm ผลไม้อบแห้ง ไม่เกิน 1,000 ppm ผลไม้แช่แข็ง ไม่เกิน 500 ppm	Codex (1995)
ไทย	ผักผลไม้อบแห้ง ไม่เกิน 500 ppm เนื้อลำไย ไม่เกิน 50 ppm	กระทรวงสาธารณสุข (2561) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2549)
จีน	ผิวและเนื้อผลไม้ ไม่เกิน 50 ppm ผลไม้อบแห้ง ไม่เกิน 100 ppm	USDA (2015)
สิงคโปร์	ผลไม้สด ไม่เกิน 30 ppm ลำไย ไม่เกิน 50 ppm ผลไม้อบแห้ง ไม่เกิน 2,000 ppm	Agri-food and Veterinary Authority of Singapore (2015)
ญี่ปุ่น	ผลไม้อบแห้ง ไม่เกิน 2,000 ppm	JETRO (2011)
ฮ่องกง	ผิวผลไม้สด ไม่เกิน 50 ppm ผลไม้อบแห้ง ไม่เกิน 1,000 ppm	Centre for Food Safety (2017)
สหภาพยุโรป	ผลไม้สด ไม่เกิน 10 ppm ผลไม้อบแห้ง ไม่เกิน 2,000 ppm	EU (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารมีหลายวิธี เช่น Modified Rankine's method (ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และคณะ, 2549), การใช้โครมาโตรกราฟี (Chromatography) (Ni, 2015), ไอโอโดเมทริกไตเตรชั่น (iodometric titration) (Ferguson, 1916), เทอร์บิดิเมทรี (turidimetry) (Cihacek และคณะ, 2015), วิธีโฟลอินเจคชั่น (flow injection) (Araojo และคณะ, 1998), Monier-William method (AOAC, 2005) และการใช้ชุดทดสอบอย่างง่าย เช่น ชุดทดสอบซัลไฟต์ (สารฟอกขาว) ในอาหารขององค์การเภสัชกรรม และกระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfite Test) เป็นต้น

2.3.7.1 Monier-William method (AOAC, 2005)

เป็นวิธีการหาปริมาณซัลไฟต์อิสระ และซัลไฟต์ที่มีอยู่ในอาหาร มีหลักการคือ ตัวอย่างอาหารถูกรีฟลัซ (reflux) ด้วยความร้อนและกรดไฮโดรคลอริก เปลี่ยนซัลไฟต์ให้เป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะไหลผ่านคอนเดนเซอร์ (condenser) ไปรวมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และถูกออกซิไดส์ (Oxidized) เป็นกรดซัลฟูริก จากนั้นหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยนำกรดซัลฟูริกมาไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังปฏิกิริยาในรูปที่ 2.6

$$K_2S_2O_5 + 2HCl \longrightarrow 2KCl + 2SO_2 + H_2O$$

$$SO_2 + H_2O_2 \longrightarrow H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

รูปที่ 2.6 ปฏิกิริยาการหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ วิธี Monier-William method

ที่มา : แสงเงิน ไกรสิงห์ (2542)

2.3.7.2 ชุดทดสอบซัลไฟต์ (สารฟอกขาว) ในอาหาร (องค์การเภสัชกรรม, มปป.)

เป็นการตรวจสอบหาสารซัลไฟต์ในอาหารที่ทราบผลได้เร็ว ความไวของชุดทดสอบระดับต่ำสุดที่ตรวจได้คือ 150 ppm (ซัลไฟต์อิสระ) โดยอาศัยหลักการที่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถละลายได้ในน้ำจึงใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ก่อนหยดสารเคมีจากชุดทดสอบเพื่อทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แล้วสังเกตสีที่ปรากฏ

2.3.7.3 กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfite Test) (บริษัท มิลลิพอร์ คอร์ปอเรชั่น, มปป.)

ซัลไฟต์ไอออนในตัวอย่างของเหลวจะทำปฏิกิริยากับสารผสมระหว่างโพแทสเซียมเฮกซาไซยาโนเฟอร์เรต (II) (potassium hexacyanoferrate (II)), ซิงค์ซัลเฟต (zine sulfate) และโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ (sodium nitroprusside) ที่เคลือบบนแผ่นกระดาษทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเป็นสารประกอบสีแดง ความเข้มข้นของซัลไฟต์จะคำนวณเป็นกึ่งปริมาณ (semiquantitatively) โดยการเทียบสีกระดาษทดสอบกับแถบเทียบสี

2.3.8 การตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

กรมวิชาการเกษตร (2550) ตรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยอบแห้งสีทอง จากกลุ่มผู้ผลิตในจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน ในปี พ.ศ. 2549 จากผู้ประกอบการ 6 ราย พบเพียงรายเดียวที่มีการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์คือ 130 ppm และในปี พ.ศ. 2550 พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณตั้งแต่ 10-98 ppm จากผู้ประกอบการจำนวน 3 ใน 8 ราย ซึ่งประเทศไทยอนุญาตให้พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยได้ไม่เกิน 500 ppm

กรมวิชาการเกษตร (2558) ได้รับการแจ้งเตือนจากประเทศจีนเรื่องลำไยสดของไทยที่ส่งไปขายมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยเกิน 50 ppm ในปี พ.ศ.2556 ทางการจีนจึงได้ระงับการส่งออกผู้ส่งออกของไทย จำนวน 14 บริษัท และปี พ.ศ.2557 ได้ระงับการส่งออกจำนวน 6 บริษัท

งานวิจัยของจินตนา กิจเจริญวงศ์ และ ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558) ได้มีการตรวจสอบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผักและผลไม้อบแห้งนำเข้าในปี พ.ศ. 2548-2557 ด้วย Modified Rankine's method พบการตกค้างในดอกไม้จีน เห็ดหูหนูขาว และพุทราจีน สูงสุดถึง 26,590, 5,381 และ 3,130 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการตกค้างสูงสุดของสารกลุ่มซัลไฟต์ในผักและผลไม้แห้งได้คือต้องไม่เกิน 500 ppm

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล และคณะ (2550) ได้ตรวจสอบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกและเนื้อของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกจากสถานประกอบการในจังหวัดลำพูน ด้วยวิธี Monier-William method พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือก 1,400 ppm และเนื้อ 64 ppm

แสงเงิน ไกรสิงห์ (2542) ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารจำพวกพืชผัก ผลไม้ เครื่องดื่ม และอาหารในภาชนะบรรจุต่างๆ ที่ส่งมาจากบริษัท ห้างร้าน และส่วนราชการ ระหว่างปี พ.ศ.2536-2540 ด้วยวิธี Monier-William method พบว่า เครื่องดื่มพบปริมาณการตกค้าง 0.89-3.84 ppm และน้ำผลไม้พบปริมาณตกค้าง 4.88-8.91 ppm และยังตรวจพบการตกค้างในเครื่องดื่มต่างๆ เช่น กาแฟ โอเลี้ยง อีกด้วยโดยมีค่าประมาณ 1-3 ppm นอกจากนี้ในอาหารประเภทกระป๋องพบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถึง 61% โดยในน้ำตาลสดจากจั่นน้ำกะทิ น้ำมะพร้าว แห้วในน้ำ และเห็ดเป๋าฮื้อในน้ำเกลือ พบการตกค้างสูงสุด 182.41, 64.06, 48.05, 34.75 และ 25.40 ppm ตามลำดับ ในเนื้อผลไม้สด ยังพบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยสดตามตลาด ลำไยสดรมควันที่ผ่านการเก็บรักษาที่ 0-21 วัน และลิ้นจี่สด ที่ 238.05, 64.89 และ 61.03 ppm ตามลำดับ ในผักผลไม้อบแห้งพบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อบแห้ง 80.98 ppm, มะละกออบแห้ง 712.05 ppm, สับปะรดอบแห้ง 753.06 ppm และมะเฟืองอบแห้ง 569.22 ppm ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2004 หน่วยงาน Food standard agency ได้มีการสำรวจการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (soft drink) ในประเทศกลุ่มสหราชอาณาจักร (United Kingdom, UK) ที่จำหน่ายอยู่ในซูเปอร์มาร์เก็ต และตามร้านสะดวกซื้อทั่วไป จำนวน 75 ตัวอย่าง เมื่อทำการวิเคราะห์โดยวิธี Monier-William method พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำผลไม้สควอช น้ำมะนาว และน้ำที่มีส่วนผสมของบาร์เรย์ อยู่ในช่วง 6-348 ppm ซึ่งไม่เกินกำหนดที่ 350 ppm

Ni และคณะ (2015) ทำการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในมะม่วงอบแห้ง และกีวี่อบแห้งที่จำหน่ายในตลาด และซุปเปอร์มาร์เก็ตในประเทศจีน ด้วยวิธีการใช้โครมาโตรกราฟีแบบเหลว (Liquid chromatography inductivety coupled plasma mass spectrometry, LC-ICP-MC) พบมะม่วงอบแห้ง และกีวี่อบแห้งมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 65.8 และ 50.1 ppm ตามลำดับ

Zhong และคณะ (2016) ตรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผักแห้ง และอาหารที่ใช้น้ำตาลในการแปรรูป (preserved food) ที่จำหน่ายในร้านค้าปลีก ประเทศจีน ด้วยวิธีการกลั่นควบคู่กับไอออนโครมาโตรกราฟี (ion chromatography) พบว่า ผักแห้งมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 11.4 – 386.8 ppm พบการตกค้างสูงสุดในดอกลิลลี่แห้ง และในอาหาร preserved food พบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 38.6-825.2 ppm โดยพบมากในขิงดอง

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจพบในอาหารชนิดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงชนิดอาหาร และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจพบ

ประเภท	ชนิด	ปริมาณสูงสุดที่พบ (ppm)	อ้างอิง (ปี)
ผลไม้อบแห้ง	ลำไยอบแห้งสีทอง	130	กรมวิชาการเกษตร (2550)
ผลไม้อบแห้ง	ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	>50	กรมวิชาการเกษตร (2558)
ผลไม้อบแห้ง	ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก	1,400 (เปลือก) 64 (เนื้อ)	จักรพงษ์ พิมพ์พิมล และคณะ (2550)
ผักอบแห้ง	เห็ดหูหนูขาว	5,381	จินตนา กิจเจริญวงศ์ และ
นำเข้า	ดอกไม้จีน	26,590	ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558)
	เยื่อไผ่	18,664	
	สมุนไพรจีน	18,358	
ผลไม้อบแห้ง	พุทราจีน	3,130	จินตนา กิจเจริญวงศ์ และ
นำเข้า			ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558)
เครื่องดื่ม และ	เครื่องดื่ม	3.84	แสงเงิน ไกรสิงห์ (2542)
น้ำผลไม้	น้ำผลไม้	8.91	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงชนิดอาหาร และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจพบ (ต่อ)

ประเภท	ชนิด	ปริมาณสูงสุดที่พบ (ppm)	อ้างอิง (ปี)
อาหารกระป๋อง	น้ำตาลสดจากจั่น	182.41	แสงเงิน ไกรสิงห์ (2542)
	น้ำกะทิ	64.06	
	น้ำมะพร้าว	48.05	
	แห้วในน้ำ	34.75	
	เห็ดเป๋าฮื้อในน้ำเกลือ	25.40	
ผลไม้สด	ลำไยสดตามตลาด	238.05	แสงเงิน ไกรสิงห์ (2542)
	ลำไยสดรมควัน (เก็บรักษาที่ 0-21 วัน)	64.89	
	ลิ้นจี่สด	61.03	
เครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์	น้ำมะนาว	158	Food standard agency (2004)
	น้ำส้ม	127	
	น้ำมะนาวสควอช	226	
	น้ำบาร์เลย์พีช	74	
	น้ำสตรอเบอร์รี่	149	
	น้ำเชื่อมมะนาว(cordial)	195	
ผลไม้อบแห้ง	มะม่วงอบแห้ง	65.8	Ni และคณะ (2015)
	กีวี่อบแห้ง	50.1	
	กระเทียมแห้ง	9.7	
	ดอกลิลลี่แห้ง	386.8	
Preserved food	แยม	38.6	Zhong และคณะ (2016)
	ขิงดอง	825.2	
	มันบด	478.2	

2.3.9 การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

การศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารมีหลายวิธี ดังนี้

จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558) ได้ศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผักและผลไม้แห้ง โดยการล้าง และลวก ก่อนนำมาปรุงอาหาร พบว่าในเห็ดหูหนูขาวเมื่อนำมาแช่น้ำ 2 นาที และนำมาลวก 2-3 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์จาก 4,767 ppm เหลือ 477 ppm คิดเป็นร้อยละการลดลง 90% และการแช่น้ำพุทราจีนนาน 30 นาที ก่อนนำมาลวก 2 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์จาก 3,103 ppm เหลือ 621 ppm คิดเป็นร้อยละการลดลง 80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545) ได้ทำการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลลำไยแห้งที่ผ่านการรมซัลไฟต์ โดยการผ่านระบบโอโซนที่มีอัตราการระบายก๊าซ 1.25 ลิตรต่อชั่วโมง นาน 3 ชั่วโมง, การวางไว้ในถังที่มีระบบสุญญากาศความดัน 20 นิ้วปรอท นาน 3 ชั่วโมง และการวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 ชั่วโมง พบว่าสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนเปลือกจากความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เริ่มต้น 1,125.85 ppm เหลือ 648.85, 960.41 และ 1,004.61 ppm คิดเป็นการลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 57.63, 14.70 และ 10.77% ตามลำดับ และสามารถลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยเริ่มต้น 82.82 ppm เหลือ 18.33, 52.31 และ 78.28 ppm คิดเป็นการลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 77.87, 36.84 และ 5.48% ตามลำดับ โดยการใช้โอโซนและระบบสุญญากาศจะทำให้ลำไยมีสีที่สว่างขึ้นทั้งเปลือกและในเนื้อ การวางไว้ที่อุณหภูมิห้องให้ผลของสีไม่แตกต่างจากตัวอย่างเริ่มต้น ทั้งนี้โอโซนจะทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดการออกซิไดซ์กลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ และออกซิเจน

งานวิจัยของสุชาดา ทองศรี (2549) ได้เสนอวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลลำไยสดที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาผงกำมะถัน โดยใช้วิธีการแช่ผลลำไยสดในน้ำและการล้างผลลำไยสดในน้ำไหล พบว่า การแช่ผลลำไยสด 1 กิโลกรัม ในน้ำ 2 ลิตร อุณหภูมิน้ำ 0, 15 และ 23 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนเปลือกลำไยได้ แต่ไม่มีผลต่อการลดในเนื้อลำไยสด โดยที่เวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนเปลือกได้สูงสุดถึง 30-40% และการล้างผลลำไยสดในน้ำไหล ที่อัตราการไหลของน้ำ 400 ลิตร ต่อชั่วโมง ต่อลำไยสด 1 กิโลกรัม อุณหภูมิน้ำ 0, 15 และ 23 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที พบว่าสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนเปลือกได้ให้ผลไม่ต่างกันคือสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้กว่า 30% และสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยได้ถึง 30-60% เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณสมบัติสามารถละลายได้ในน้ำ

ในการศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแอปเปิ้ลของ Liu และคณะ (2011) ได้มีการใช้น้ำเปล่า แคลเซียมออกไซด์ และการใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค กับแอปเปิ้ลสดสไลด์ที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์นาน 20 นาที ก่อนนำไปลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามสภาวะ และวิธีการที่กำหนด จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำ และอบแห้งโดยตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้นสุดท้าย 3% จากนั้นนำไปหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง พบว่าวิธีที่ดีที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์คือ การใช้เครื่องอัลตร้าโซนิคที่มีอัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว 1:6, อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส, นาน 25 นาที ที่กำลังเครื่อง 120 วัตต์ สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เริ่มต้นจาก 2,200 ppm เหลือตกค้างเพียง 59 ppm คิดเป็น 97.42% โดยสภาวะรองลงมาคือ การใช้แคลเซียมออกไซด์ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 0.06%, อัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว 1:5.4, อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส และการใช้น้ำระบบน้ำวนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส, อัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว 1:6 ที่ระยะเวลานาน 180 นาที ทำให้เหลือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 76 และ 90 ppm หรือปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง 96.67 และ 96.05% ตามลำดับ โดยคณะผู้วิจัยได้เสนอว่า การใช้เครื่องอัลตร้าโซนิคนอกจากจะทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างเหลือน้อยที่สุดแล้ว ยังทำให้สี กลิ่น และคุณภาพของแอปเปิ้ลดีที่สุด

Ozkan และ Cemeroglu (2002a) ใช้ลมร้อนจากตู้อบลมร้อน (hot air oven) ในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลแอปริคอตอบแห้ง ซึ่งมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตั้งต้น 4,000-4,800 ppm โดยการเรียงผลแอปริคอตอบแห้ง 100 กรัม บนตะแกรงก่อนนำไปเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อบนาน 100.5 ชั่วโมง สามารถลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้สูงสุดคือ 67.6% มากกว่าการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 และ 40 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 144 และ 308.5 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงเพียง 33-34% โดยการอบที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์บริเวณผิวนอกระเหยไป แต่ไม่สามารถทำให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่อยู่ข้างในเนื้อแอปริคอตระเหยออกไปได้จึงต้องใช้ระยะเวลาในการอบนานขึ้นเพื่อทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง ทั้งนี้การอบแห้งจะทำให้ความชื้นในตัวอย่างลดลงจาก 193 กรัมต่อกิโลกรัม เหลือ 80-90 กรัมต่อกิโลกรัม

และในปีเดียวกัน Ozkan และ Cemeroglu (2002b) ได้ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แช่ผลแอปริคอตอบแห้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 4,000-4,800 ppm โดยเมื่อทำการจุ่มตัวอย่าง 100 กรัม ลงในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5% ปริมาตร 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิ 20, 40 และ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่างๆ จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำประปานาน 2 นาที และสะเด็ดน้ำ 1 คืน ก่อนนำมาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง พบว่าสภาวะที่ดีที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์คือ ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 1.0% อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่ 12 นาที มีผลทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างลดลงกว่า 66% และเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการแช่แอปริคอตอบแห้งเท่ากันคือ 10 นาที ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 0.5, 1.0 และ 1.5% พบว่าความเข้มข้นของสารละลายยิ่งมาก การลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างยิ่งมาก และเมื่อความเข้มข้นของสาระละลายเท่ากัน เวลาที่ใช้ในการแช่ยิ่งต้องเพิ่มขึ้น เพื่อทำให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างลดลง และที่ความเข้มข้นของสารละลายและเวลาที่ใช้ในการแช่เท่ากัน การเพิ่มอุณหภูมิในการแช่จะทำให้การลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้เสนอว่าร้อยละการลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแอปริคอตอบแห้ง ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย เวลา และอุณหภูมิในการแช่ นอกจากนี้การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นอกจากสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้แล้ว ยังทำให้แอปริคอตอบแห้งมีสีที่สว่างและเหลืองเพิ่มขึ้น โดยค่าความเป็นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง ซึ่งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดส์ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารซัลไฟต์ เปลี่ยนซัลไฟต์ให้กลายเป็นซัลเฟตและน้ำ

จากรายงานที่ผ่านมา พบว่า วิธีการและสภาวะที่ดีที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังแสดงในตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 วิธีการและสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ปัจจัยควบคุม				อ้างอิง
	อุณหภูมิ(°C)	เวลา (นาที)	อัตราส่วนของแข็ง:น้ำ	%การลดลง	
การลวก	97	2-3		80-90	จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558)
ระบบโอโซน (Ozone)				57.63 (เปลือก) 77.87 (เนื้อ)	จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545)
ถังสุญญากาศ				14.70 (เปลือก) 36.84 (เนื้อ)	จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545)
วางที่อุณหภูมิห้อง				10.77 (เปลือก) 5.48 (เนื้อ)	จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545)
การแช่น้ำ	ห้อง (23)	10	1:2	30	สุชาดา ทองศรี (2549)
การล้างน้ำไหล	ห้อง (23)	10		30	สุชาดา ทองศรี (2549)
เครื่องอัลตร้าโซนิค (Ultra sonic)	35	25	1:6	97.42	Liu และคณะ (2011)
น้ำระบบน้ำวน	60	180	1:6	96.05	Liu และคณะ (2011)
ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	60	100.5 ชม.		67.6	Ozkan และ Cemeroglu (2002 a)
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide, H_2O_2)	60	12	1:5 ; $[H_2O_2]$ 1.0%	66	Ozkan และ Cemeroglu (2002 b)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ลำไยสดพันธุ์อีดอได้มาจากตลาดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560

3.1.2 ตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้ง

3.1.2.1 ตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้งที่ผลิตทางการค้า เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 จากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน จำนวน 11 ชนิด รวม 53 ตัวอย่าง ได้แก่ ลำไยอบแห้งสีทอง 10 ตัวอย่าง, มะเขือเทศอบแห้ง 6 ตัวอย่าง, ฝรั่งอบแห้ง 4 ตัวอย่าง, สับปะรดอบแห้ง 7 ตัวอย่าง, ลูกเกดสีเหลือง 4 ตัวอย่าง, ลูกเกดดำ 4 ตัวอย่าง, มะม่วงอบแห้ง 6 ตัวอย่าง, มะละกออบแห้ง 3 ตัวอย่าง, มะพร้าวอบแห้ง 3 ตัวอย่าง, แอปริคอตอบแห้ง 3 ตัวอย่าง และลูกชิดอบแห้ง 3 ตัวอย่าง

3.1.2.2 ตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทองจากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ และจังหวัดลำพูน เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2561 จำนวน 8 ตัวอย่าง

ตัวอย่างทั้งหมดถูกเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส

3.1.3 ลำไยอบแห้งสีทองชนิด 3A ที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วง 300-400 ppm ผลิตจากห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน โดยตัวอย่างเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส

3.1.4 ลำไยอบแห้งสีทองชนิด 3A ผลิตจากห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน โดยตัวอย่างเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส

3.2 สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2.1 สารเคมี

3.2.1.1 ชุดทดสอบซัลไฟต์ (สารฟอกขาว) ในอาหาร (องค์การเภสัชกรรม, ประเทศไทย)

3.2.1.2 น้ำปราศจากไอออน (Deionized water, DI) (Elix, Germany)

3.2.1.3 Ascorbic acid ($C_6H_8O_6$) รหัส CF0101 จากร้านเคมีภัณฑ์ กรุงเทพฯ

(Northeast Pharmaceutical, China)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.4 Citric acid ($C_6H_8O_7$) รหัส CA0311 จากร้านเคมีภัณฑ์ กรุงเทพฯ (Ensign, China)

3.2.1.5 Ethanol (C_2H_5OH) 95% (องค์การสุราไทย, ประเทศไทย)

3.2.1.6 Glucose ($C_6H_{12}O_6$) (Merck, Germany)

3.2.1.7 Hydrochloric acid (HCl) 37% (RCI Labscan, Thailand)

3.2.1.8 Hydrogen peroxide (H_2O_2) 36% (Merck, Germany)

3.2.1.9 Kovac indole reagent (Merck, Germany)

3.2.1.10 Methyl red ($C_{15}H_{15}N_3O_2$) (BDH, India)

3.2.1.11 Phenolphthalein ($C_{20}H_{14}O_4$) (Carlo Erba, Italy)

3.2.1.12 Potassium hydrogen phthalate (KHP) (Merck, Germany)

3.2.1.13 Potassium metabisulfite ($K_2S_2O_5$) (Carlo Erba, Italy)

3.2.1.14 Potassium hydroxide (KOH) (Merck, Germany)

3.2.1.15 Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) (Carlo Erba, Italy)

3.2.1.16 di-Potassium hydrogen phosphatetrihydrate (K_2HPO_4) (Merck, Germany)

3.2.1.17 Sodium hydroxide (NaOH) (Carlo Erba, Italy)

3.2.1.18 Sodium chloride (NaCl) (Merck, Germany)

3.2.1.19 Sodium citrate ($Na_3C_6H_5O_7$) รหัส CA1910 จากร้านเคมีภัณฑ์ กรุงเทพฯ (Changsha Glorysea Biochemical, China)

3.2.1.20 Tartaric acid ($C_4H_6O_6$) (Merck, Germany)

3.2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2.2.1 ไข่ไก่ (CP, ประเทศไทย)

3.2.2.2 Agar (Difco, U.S.A)

3.2.2.3 Baird parker agar (BP) (Difco, U.S.A)

3.2.2.4 Brain heart infusion broth (BHI) (Difco, U.S.A)

3.2.2.5 Buffered peptone water (BPW) (Difco, U.S.A)

3.2.2.6 Brilliant Green Lactose Bile Broth (Merck, Germany)

3.2.2.7 Cook meat medium (Difco, U.S.A)

3.2.2.8 Escherichia coli broth (EC) (Merck, Germany)

3.2.2.9 Eosin methylene blue agar (EMB) (Merck, Germany)

3.2.2.10 Hektoen enteric (HE) (Merck, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.11 Lauryl Tryptose Broth (LSTB) (Difco, U.S.A)

3.2.2.12 Lysine indole motility medium (LIM) (Merck, Germany)

3.2.2.13 Muller Kauffmann tetrathinate novobiocin broth (MKTTN) (Merck, Germany)

3.2.2.14 Plate count agar (PCA) (Difco, U.S.A)

3.2.2.15 Potato dextrose agar (PDA) (Difco, U.S.A)

3.2.2.16 Rabbit plasma with EDTA (Merck, Germany)

3.2.2.17 Rappaport – Vassiliadis Salmonella broth (RVS) (Merck, Germany)

3.2.2.18 Simmons citrate agar (Difco, U.S.A)

3.2.2.19 Triple sugar iron agar (TSI) (Merck, Germany)

3.2.2.20 Tryptic soy agar (TSA) (Difco, U.S.A)

3.2.2.21 Tryptone (Hi media, India)

3.2.2.22 Urea agar (Difco, U.S.A)

3.2.2.23 Xylose lysine dextrose (XLD) (Difco, U.S.A)

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.1 อุปกรณ์

3.3.1.1 กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfite Test) (Merck, Germany)

3.3.1.2 กระดาษวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH indicator strips) (ช่วงวัด 5.0-10.0) (Merck, Germany)

3.3.1.3 ก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen gas) 99.99% (Praxair, Thailand)

3.3.1.4 จานเพาะเชื้อพลาสติก (Petri dish) (Kartell, Italy)

3.3.1.5 เจลความเย็น (Ice pack) (Colemaa, China)

3.3.1.6 ชุดกลั่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) (Modified Rankine's apparatus)

3.3.1.7 ตะกร้าพลาสติก ขนาด 23 x 31 x 8.5 เซนติเมตร

3.3.1.8 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Burner)

3.3.1.9 ตะแกรงลวด (Wire mesh tray) ขนาด 17.5 x 22.5 เซนติเมตร

3.3.1.10 ถ้วยอลูมิเนียม (Aluminum can)

3.3.1.11 ถุงชาเยื่อกระดาษ (Tea bag) ขนาด 6 x 8 เซนติเมตร (ตั้งจิบเซ้ง, ประเทศไทย)

3.3.1.12 ถุงซิปล็อค ขนาด 13 x 20 เซนติเมตร (เอโร่, ประเทศไทย)

3.3.1.13 ถุงปลอดเชื้อ (Stomacher bag)

3.3.1.14 ทิป (Tips) ขนาด 1,000 ไมโครลิตร (µl) (Gilson, France)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.15 แท่งแก้วสามเหลี่ยมรูปตัวแอล (L-shaped spreader)

3.3.1.16 บิวเรต (Burette)

3.3.1.17 ปากคีบ (Forceps)

3.3.1.18 พาราฟินฟิล์ม (Plastic paraffin film) (Bemis, USA)

3.3.1.19 ลังโฟม (Foam box)

3.3.1.20 ห่วงและเข็มเขี่ยเชื้อ (Loop and needle)

3.3.1.21 หลอดดักแก๊ส (Durham tube)

3.3.1.22 หลอดทดลองพร้อมฝาหลอดทดลอง (Test tube with cap)

3.3.1.23 หลอดปั่นเหวี่ยง (Centrifuge tube) ขนาด 50 มิลลิลิตร (Fisher Scientific, England)

3.3.2 เครื่องมือ

3.3.2.1 เครื่องกวนสารละลาย (Magnetic stirrer) (Scilogex, USA)

3.3.2.2 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Balance) (Mettler Toledo, Switzerland)

3.3.2.3 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Balance) (Sartorius, Germany)

3.2.2.4 เครื่องซีลถุงพลาสติก (Plastic sealer) (Santo, Thailand)

3.3.2.5 เครื่องตีปั่น (Stomacher) (IUL instrument, Spain)

3.3.2.6 เครื่องปั่นเปียกสแตนเลส (Laboratory blender) (รุ่น 32BL79, Waring commercial, USA)

3.3.2.7 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (Eppendorf, Germany)

3.2.2.8 เครื่องผสมสารละลาย (Vortex) (Scientific, USA)

3.3.2.9 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity meter) (รุ่น 4TE, Aqua Lab, USA)

3.3.2.10 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler Toledo, Switzerland)

3.3.2.11 เครื่องวัดสี (Color meter) (CR-400, Konica Minolta, Japan)

3.2.2.12 ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar air flow) (Bio safety, UK)

3.3.2.13 ตู้แช่แข็ง (Freezer) (ซันโย, ประเทศไทย)

3.2.2.14 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) (Memmert, Germany)

3.3.2.15 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (รุ่น DRYO54, Slimcell, Germany)

3.3.2.16 ตู้อบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ขนาด 0.8 x 0.9 x 1.5 เมตร (อิเล็คตริค เซอร์วิส ดีไวซ์, ประเทศไทย)

3.3.2.17 เตาไมโครเวฟ (Microwave) (รุ่น EMS2047X, Electrolux, China)

3.3.2.18 เตาไฟฟ้า (Hot plate) (Teba, UK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.19 ไมโครปิเปต (Micropipette) ขนาด 1,000 ไมโครลิตร (Gilson, France)

3.2.2.20 รีแฟรกโตมิเตอร์ (Hand refractometer0-33°Brix) (Atago, Japan)

3.3.2.21 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (Memmert, Germany)

3.3.2.22 อ่างทำความเย็น (Cooling bath) (ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น, ประเทศไทย)

3.3.2.23 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) (Tomy, Japan)

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ

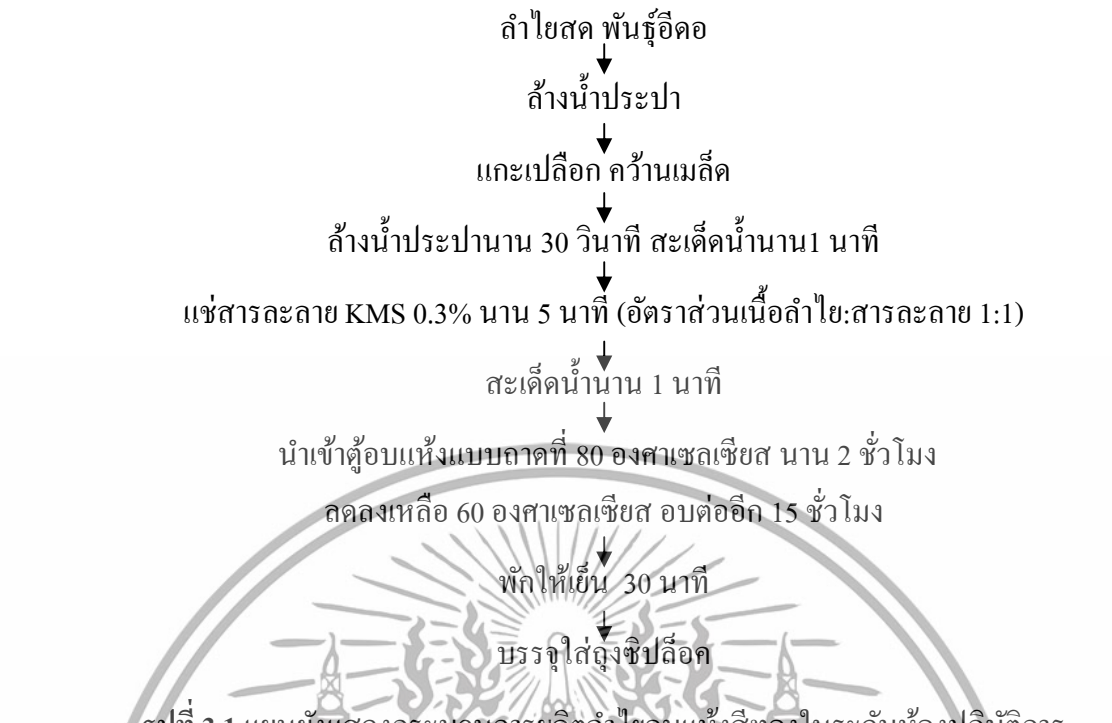
3.4.1.1 การเตรียมลำไยอบแห้งสีทอง

กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองได้มาจากการสอบถามข้อมูลการผลิตจากห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน โดยนำผลลำไยสดพันธุ์อีดอจากตลาดหัวตะเข้ น้ำหนัก 3 กิโลกรัม มาใส่ตะกร้าพลาสติก ขนาด 23 x 31 x 8.5 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำประปา จากนั้นคว้านเมล็ดออกโดยใช้ปลายช้อนเจาะบริเวณขั้วผล นำเนื้อลำไยที่คว้านเมล็ดแล้วใส่ตะกร้า ล้างในน้ำประปาโดยยกตะกร้าขึ้นลงนาน 30 วินาที เพื่อล้างสิ่งสกปรกออก ทิ้งให้สะเด็ดน้ำนาน 1 นาที (ดัดแปลงจากรัตนา อัตตปัญโญ, 2542) จากนั้นแช่เนื้อลำไยลงในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 0.3% นาน 5 นาที (กรมวิชาการเกษตร, 2547) อัตราส่วนเนื้อลำไย:สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 1:1 ทิ้งให้สะเด็ดน้ำนาน 1 นาที และจัดเรียงเนื้อลำไยลงบนตะแกรงสำหรับอบโดยคว่ำขั้วลง และไม่วางซ้อนกัน นำเข้าตู้อบแห้งแบบถาด (บ.อิเล็คตริค เซอร์วิส ดีไวซ์) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และลดอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง นำลำไยอบแห้งออกจากตู้อบและพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที จากนั้นบรรจุเนื้อลำไยอบแห้งสีทองใส่ถุงซิปล็อคตามขั้นตอนในรูปที่ 3.1 เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

3.4.1.2 การศึกษาผลของระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และความชื้นในเนื้อลำไยอบแห้ง

ทำการเตรียมลำไยอบแห้งสีทองตามกระบวนการผลิตข้อที่ 3.4.1.1 จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทองขณะอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง ตัวอย่างละ 60 กรัม มาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC, 2005) และความชื้น (AOAC, 2005) เพื่อคัดเลือกสภาวะเวลาในการอบที่เหมาะสมที่ทำให้คุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ.2549 กำหนด คือ มีความชื้นอยู่ระหว่าง 12-18% โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ

3.4.2 การศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการ

3.4.2.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของสถานที่ผลิต

ทำการศึกษาสถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทองของห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน ในเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 โดยทำการสำรวจ และจดบันทึกลักษณะบริเวณผลิต

3.4.2.2 ศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

สอบถามข้อมูลกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการ เพื่อนำมาวางแผนในการเก็บข้อมูลแต่ละตัวอย่าง จากนั้นเดินทางไปศึกษากระบวนการผลิตจริง เริ่มจากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ พันธุ์ลำไย น้ำที่ใช้ การเตรียมสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สำหรับแช่เนื้อลำไย ขั้นตอนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง การอบแห้ง และการเก็บรักษาลำไยอบแห้งสีทอง โดยการเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตจริง จากนั้นเก็บตัวอย่างลำไยสด สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อนและหลังแช่ลำไยสด ลำไยระหว่างอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และลำไยอบแห้ง นำมาตรวจวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ต่อไป

3.4.2.3 การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1) ลำไยสดเก็บตัวอย่างลำไยสดน้ำหนัก 500 กรัม ใส่ในถุงปลอดเชื้อ มัดปากถุงให้สนิท เก็บใส่ในกล่องโฟมที่มีเจลความเย็นควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส และนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายใน 7 วัน มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ดังแสดงตารางที่ 3.1

2) สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อน และหลังแช่ลำไยสดโดยทำการเก็บตัวอย่างใส่แก้วพลาสติกปลอดเชื้อมาตรวจวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วยกระดาษวัด pH ช่วงวัด 5.0-10.0 และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เบื้องต้นด้วยกระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการจุ่มกระดาษทดสอบลงในตัวอย่าง เทียบสีที่ปรากฏปรากฏกับแถบเทียบสีข้างบรรจุภัณฑ์ อ่านค่า และบันทึกผลที่ได้ จากนั้นเก็บตัวอย่างสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ใส่ในหลอดปลอดเชื้อ ปิดฝาให้สนิท และพันพาราฟินฟิล์ม เก็บใส่ในกล่องโฟมที่มีเจลความเย็นควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายใน 7 วัน มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ดังแสดงตารางที่ 3.1

3) ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต

3.1) เก็บตัวอย่างลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์รอบที่ 1, 6 และ 10 ของการแช่สารละลายก่อนเปลี่ยนสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ใหม่ น้ำหนักตัวอย่างละ 300 กรัม ใส่ในถุงปลอดเชื้อ มัดปากถุงให้สนิท เก็บใส่ในกล่องโฟมที่มีเจลความเย็นควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายใน 7 วัน มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ดังแสดงตารางที่ 3.1

3.2) เก็บตัวอย่างลำไยระหว่างอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 2 ชุด คือชุดที่ 1 เริ่มอบเวลา 15.30 น. ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 และ 11 ชั่วโมง และชุดที่ 2 เริ่มอบเวลา 17.30 น. อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 และ 9 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักตัวอย่างละ 300 กรัม ใส่ในถุงปลอดเชื้อ มัดปากถุงให้สนิท เก็บใส่ในกล่องโฟมที่มีเจลความเย็นควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายใน 7 วัน มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ดังแสดงตารางที่ 3.1

4) ลำไยอบแห้งสีทอง เก็บตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทอง หลังจากอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ข้ามคืน และทิ้งไว้ให้เย็น ตัวอย่างละ 500 กรัม ใส่ในถุงปลอดเชื้อ มัดปากถุงให้สนิท เก็บใส่ในกล่องโฟมที่มีเจลความเย็นควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายใน 7 วัน มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ดังแสดงตารางที่ 3.1 และตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่องลำไยอบแห้งสีทอง (มกอช. 8-2549) ตามวิธีการในตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพของลำไยสด สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้งสีทอง

ตัวอย่าง	วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี*	วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ**
ลำไยสด	pH (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005)
	TA (AOAC, 2005)	Aw (AOAC, 2005)
	TSS (AOAC, 2005)	สี
	SO_2 (AOAC, 2005)	ลักษณะปรากฏ
น้ำประปา	pH (AOAC, 2005)	
สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อนและหลังแช่ลำไยสด	pH (กระดาษวัด pH)	
	pH (AOAC, 2005)	
	SO_2 (กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์)	
ลำไยหลังแช่ สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	pH (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005)
	TA (AOAC, 2005)	Aw (AOAC, 2005)
	TSS (AOAC, 2005)	สี
	SO_2 (AOAC, 2005)	ลักษณะปรากฏ
ลำไยระหว่างอบ 60°C	pH (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005)
	TA (AOAC, 2005)	Aw (AOAC, 2005)
	TSS (AOAC, 2005)	สี
	SO_2 (AOAC, 2005)	ลักษณะปรากฏ
ลำไยอบแห้งสีทอง	pH (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005)
	TA (AOAC, 2005)	Aw (AOAC, 2005)
	TSS (AOAC, 2005)	สี
	SO_2 (AOAC, 2005)	ลักษณะปรากฏ

หมายเหตุ : *วิธีการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ข, **วิธีการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ก

pH = ความเป็นกรดด่าง, TA = ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity),

TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

Aw = ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity), SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 วิธีการมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง

เชื้อจุลินทรีย์	วิธีการทดสอบ*
จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)	FDA-BAM (2003)
ยีสต์ (Yeast)	FDA-BAM (2003)
รา (Molds)	FDA-BAM (2003)
Escherichia coli / coliforms	FDA-BAM (2003)
Staphylococcus aureus	FDA-BAM (2003)
Salmonella spp.	ISO-AOAC 6579:2002 (2007)
Clostridium perfringens	FDA-BAM (2003)

หมายเหตุ : *วิธีการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ค

3.4.3 การสำรวจคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้ง

นำตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้งชนิดต่างๆ จากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน จากข้อ 3.1.2 สุ่มตัวอย่าง 200 กรัม มาหั่นด้วยมีดให้มีขนาด 0.5 เซนติเมตร และนำไปปั่นโดยเครื่องปั่นเปียกสแตนเลสด้วยความแรงเบอร์ 1 นาน 10-15 วินาที เพื่อสดขนาดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กลง ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ ได้แก่ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, ความเป็นกรดด่าง, ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามวิธีการของ AOAC (2005) และสิ่งแปลกปลอม (ขันทอง เพ็ชรนอก และคณะ, 2553 และ FDA, 1984) โดยทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำผลวิเคราะห์ที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ต่างๆ

3.4.4 การศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

นำลำไยอบแห้งสีทองที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 300-400 ppm จากข้อ 3.1.3 ออกจากตู้แช่แข็งวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง กระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การใช้เตาไมโครเวฟ, การใช้ลมร้อน, การลวก และตากแดด โดยทำการทดลองวิธีการละ 3 ซ้ำ ตามวิธีการทดลองต่อไปนี้

3.4.4.1 การใช้เตาไมโครเวฟ

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) วางบนถาดแก้วที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.5 เซนติเมตร สำหรับใช้กับเตาไมโครเวฟ เกลี่ยให้กระจายไม่ซ้อนทับกันก่อนนำไปเข้าเตาไมโครเวฟตั้งกำลังไฟที่ 400 วัตต์ นาน 5 นาที (ดัดแปลงจากคำนึง วาทโยธา,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2554) เมื่อครบกำหนดเวลา นำลำไยอบแห้งสีทองมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที ชั่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการอบด้วยเตาไมโครเวฟ เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และนำไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพต่อไป

3.4.4.2 การใช้ลมร้อน

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) วางบนตะแกรงลวดขนาด 17.5 x 22.5 เซนติเมตร ตะแกรงละ 100 กรัม เกลี่ยให้กระจายไม่ซ้อนทับกัน ก่อนนำไปเข้าตู้อบลมร้อน (รุ่น DRYO54 ยี่ห้อ Slimcell) อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที, 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Ozkan และ Cemeroglu, 2002a) เมื่อครบกำหนดเวลานำลำไยอบแห้งสีทองมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที ชั่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการอบด้วยลมร้อน เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และนำลำไยอบแห้งสีทองที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพต่อไป

3.4.4.3 การลวกในน้ำ

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) ลวกในน้ำปราศจากไอออนปริมาตร 1.2 ลิตร (อัตราส่วนเนื้อลำไย:น้ำ 1:6) ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (ดัดแปลงจากจินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์, 2558) เมื่อครบกำหนดเวลาให้เทลำไยอบแห้งสีทองลงบนตะแกรงลวดเพื่อสะเด็ดน้ำนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการลวก เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และนำลำไยอบแห้งสีทองที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพต่อไป

3.4.4.4 การตากแดด

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) วางบนตะแกรงลวดขนาด 17.5 x 22.5 เซนติเมตร ตะแกรงละ 100 กรัม เกลี่ยให้กระจายไม่ซ้อนทับกัน นำไปตากแดดนาน 4 ชั่วโมง (ช่วงเวลา 10.00 ถึง 14.00 นาฬิกา) เมื่อครบกำหนดเวลาให้นำลำไยอบแห้งสีทองมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที ชั่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการตากแดด เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และนำลำไยอบแห้งสีทองที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพต่อไป

3.4.4.5 การวิเคราะห์คุณภาพของลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

3.4.4.5.1 คุณภาพทางเคมี

1) ปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity meter)

2) ความเป็นกรดด่าง (AOAC, 2005)

3) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (AOAC, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2005)

5) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC, 2005)

6) ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณจากร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์หลังผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์หารด้วยปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนการลด ดังสูตร

$$\text{ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์} = \frac{\text{ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ชุดควบคุม} - \text{ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์หลังลด}}{\text{ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ชุดควบคุม}} \times 100$$

3.4.4.5.2 คุณภาพทางกายภาพ

1) ความชื้น (AOAC, 2005)

2) สี (L*, a*, b*) โดยใช้เครื่องวัดสี CR-400

3) ร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งคำนวณจากร้อยละน้ำหนักลำไยที่หายไปหลังผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์หารด้วยน้ำหนักลำไยก่อนการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังสูตร

$$\text{ร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนลด } SO_2 - \text{น้ำหนักหลังลด } SO_2}{\text{น้ำหนักก่อนลด } SO_2} \times 100$$

รายละเอียดการวิเคราะห์ทางกายภาพ และเคมี ดังแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตามลำดับ

3.4.4.6 การวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลองลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองวิธีละ 3 ซ้ำ โดยมีตัวแปรต้นคือวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ข้อ 3.4.4.1-3.4.4.4) และมีคุณภาพทางเคมี และกายภาพที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรตาม วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 16.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยทำการเปรียบเทียบกับลักษณะปรากฏของลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ.2549

3.4.5 การศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคชาจากลำไยอบแห้ง

3.4.5.1 การเตรียมชาลำไย

นำลำไยอบแห้งสีทองชนิด 3A จากห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน (ข้อ 3.1.4) ออกจากตู้แช่แข็งวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง กระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 100 กรัม มาหั่นด้วยมีดให้มีขนาด 0.5 เซนติเมตร และนำไปปั่นโดยเครื่องปั่นเปียกสแตนเลสด้วยความแรงเบอร์ 1 นาน 10-15 วินาที เพื่อลดขนาดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กลง วางบนตะแกรงลวดขนาด 17.5 x 22.5 เซนติเมตร และเกลี่ยให้กระจายไม่ซ้อนทับกัน ก่อนนำไปเข้าตู้อบลมร้อน (รุ่น DRYO54 ยี่ห้อ Slimcell) อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง (ดัดแปลงจากสุนันทา คะเนนอก, 2556) เมื่อครบกำหนดเวลาให้นำลำไยอบแห้งสีทองมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที จากนั้นนำไปปั่นโดยเครื่องปั่นเปียกสแตนเลสด้วยความแรงเบอร์ 1 นาน 10 วินาที นำชาลำไยที่ได้มาชั่งน้ำหนัก 8 กรัม บรรจุในถุงชาเยื่อกระดาษขนาด 6 x 8 เซนติเมตร ปิดผนึกด้วยความร้อนให้สนิท เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการชงชาลำไยต่อไป

3.4.5.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของชาลำไย

1) ความชื้น (AOAC, 2005)

2) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC, 2005)

3.4.5.3 ศึกษาการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในชาลำไย

นำชาลำไยบรรจุถุงชาเยื่อกระดาษจากข้อ 3.4.5.1 ใส่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนใช้ช้อนกดที่ถุงชา 10 ครั้ง เก็บตัวอย่างน้ำชาหลังการชงชาที่ 10 นาที แยกเนื้อลำไยอบแห้งหลังการชงชา และน้ำชาลำไย มาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามวิธีการ AOAC (2005) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

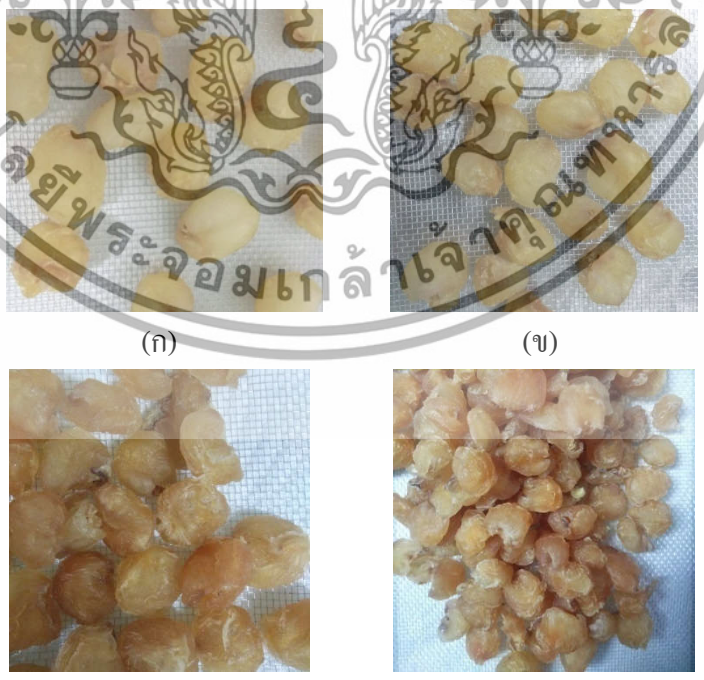
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ

4.1.1 ศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ

ทำศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในห้องปฏิบัติการตามวิธีการของห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน โดยแช่เนื้อลำไยในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 0.3% ซึ่งมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1,526 ppm พบว่าสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์หลังจากแช่เนื้อลำไยมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลือ 1,423 ppm และเมื่อทำการอบเนื้อลำไยที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และลดอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส อบต่อนาน 6 ชั่วโมง พบว่า ลำไยมีลักษณะปรากฏเนื้อนิ่ม แฉะ และเนื้อลำไยมีสีขาวปนเหลืองเล็กน้อย (รูปที่ 4.1ก) มีความชื้นอยู่ระหว่าง 37-42% ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2549 ที่ได้ระบุไว้ว่า ผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยสดอบแห้งต้องมีลักษณะแห้ง ไม่เหนียวติดมือ มีสีเหลืองถึงสีเหลืองทองเข้ม และมีความชื้นอยู่ระหว่าง 12-18% ดังนั้นจึงได้ทำศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสม โดยการเพิ่มระยะเวลาในการอบ เพื่อทำให้ลำไยอบแห้งมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนดต่อไป



(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 4.1 ลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6 (ก), 9 (ข), 12 (ค) และ 15 (ง) ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลของระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และความชื้นในเนื้อลำไย

ทำการศึกษาผลของระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง ในตู้อบลมร้อนแบบถาด พบว่าระยะเวลาการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นลำไยมีลักษณะเนื้อที่แห้ง และมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น (รูปที่ 4.1) ความชื้นที่ระยะเวลาในการอบ 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง มีค่า 42.18, 25.70, 15.19 และ 12.49% ตามลำดับ พบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการอบนานขึ้น ลำไยมีความชื้นลดลง โดยที่ระยะเวลาในการอบ 6-15 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยลดลงจาก 674.05 ppm เป็น 662.66 ppm ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และความชื้นของลำไยในระหว่างการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่เวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm) (NS)	ความชื้น (%)
6	674.05 ± 31.71	42.18 ± 7.23^{d}
9	729.04 ± 19.88	25.70 ± 0.04^{c}
12	711.42 ± 58.99	15.19 ± 2.92^{b}
15	662.66 ± 76.44	12.49 ± 1.95^{a}

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$^{a-d}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลอง พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาอบ 12 และ 15 ชั่วโมง ลำไยอบแห้งสีทองมีความชื้น 15.19 และ 12.49% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) ซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ.2549 กำหนด คือความชื้นของลำไยอบแห้งอยู่ระหว่าง 12 ถึง 18% และสอดคล้องกับของกรมวิชาการเกษตร (2547) ที่แนะนำว่าให้อบเนื้อลำไยที่อุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ถึง 15 ชั่วโมง จึงจะทำให้เนื้อลำไยอบแห้งมีความชื้นไม่เกิน 18% ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาในการอบดังกล่าวเป็นสภาวะที่เหมาะสมกับการอบลำไยอบแห้งสีทองจากน้ำหนักลำไยสด 3,000 กรัม เมื่อนำมาผลิตลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 15 ชั่วโมง ได้ผลผลิต 150 กรัม คิดเป็นร้อยละผลผลิต (%yield) เท่ากับ 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการ

4.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของสถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทองที่ทำการศึกษาคือ ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย (รูปที่ 4.2) ตั้งอยู่เลขที่ 32/1 หมู่ 8 ตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 51150 เป็นผู้ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง และลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ส่วนใหญ่รับซื้อลำไยอบแห้งสีทอง ลำไยอบแห้งเนื้อดำแดง ลำไยเนื้อดำ ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก และผลไม้อบแห้ง เช่น มะม่วง และสตรอเบอร์รี่ จากกลุ่มแม่บ้านในจังหวัดลำพูน เชียงใหม่ และลำปาง เพื่อนำมาบรรจุและจัดจำหน่ายภายใต้ชื่อสินค้า บ้านลำไย และชื่อสินค้าที่ลูกค้าต้องการได้ ลำไยอบแห้งสีทอง และลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบางส่วนผู้ผลิตทำการผลิตเอง โดยรับซื้อลำไยสดมาจากจังหวัดลำพูน และจันทบุรี ผลิตภัณฑ์สินค้าบ้านลำไยมีจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ

รูปที่ 4.2 ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน

สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง (รูปที่ 4.3ก) แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือสถานที่เตรียมลำไยก่อนการอบ ซึ่งอยู่บริเวณด้านข้างอาคารบรรจุติดกับโรงจอดรถ เป็นพื้นที่เปิดโล่งไม่มีผนังกั้น และส่วนที่สอง คือสถานที่อบลำไยเป็นอาคารแยกเป็นสัดส่วนติดกับโรงจอดรถ มีหลังคา และผนังกั้น ภายในมีเตาอบหลายเครื่อง และกล่องกระดาษที่ใช้บรรจุลำไยจำนวนมาก (รูปที่ 4.3ข)

(ก)

(ข)

รูปที่ 4.3 สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง
(ก) สถานที่เตรียมลำไยก่อนการอบ; (ข) ห้องอบลำไย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 2 ส่วน ไม่มีระบบป้องกันสัตว์พาหะ และพบของที่ไม่เกี่ยวข้องอยู่โดยรอบบริเวณผลิต วัตถุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตถูกจัดเก็บอย่างไม่เหมาะสม ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและการแยกพื้นที่จัดเก็บ น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตและสัมผัสกับอาหารเป็นน้ำประปา อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตพบว่ามีการทำความสะอาดอย่างไม่เหมาะสม โดยมุ้งลวดรองลำไยระหว่างอบพบว่าไม่มีการทำความสะอาดก่อนนำมาใช้งาน และเตาอบพบว่ามีการใช้ไม้กวาดทำความสะอาดภายในเตาอบเท่านั้น พนักงานผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตามสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี คือ มีการสวมใส่เครื่องประดับ ไม่มีการสวมหมวก ผ้าปิดปาก และถุงมือระหว่างทำการผลิต

4.2.2 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

4.2.2.1 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ตามรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 แผนผังกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การเตรียมวัตถุดิบ เริ่มจากนำวัตถุดิบลำไยพันธุ์อีดอที่ร่วง เกรด AA จากจังหวัดลำพูน (รูปที่ 4.5ก) ใส่ตะกร้าแล้วทำความสะอาดผลลำไยโดยการฉีด และราดน้ำเพื่อล้างสิ่งสกปรก จากนั้นคว้านเมล็ดออกโดยใช้ปลายช้อนเจาะบริเวณขั้วผล (รูปที่ 4.5ข) นำเนื้อลำไยที่คว้านเมล็ดแล้วใส่ตะกร้า เมื่อได้เนื้อลำไย 3-5 กิโลกรัมต่อตะกร้า จะนำไปล้างด้วยน้ำประปา 2 รอบ โดยการแช่ตะกร้าลงในกะละมังที่มีน้ำ ยกขึ้นลง และหมุนตะกร้า (รูปที่ 4.5ค) เพื่อล้างสิ่งสกปรกที่ติดมากับเนื้อลำไย และทำให้ลำไยสะเด็ดน้ำ

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.5 การเตรียมวัตถุดิบ
(ก) ลำไยพันธุ์อีดอ; (ข) การคว้านเมล็ดลำไย; (ค) การล้างน้ำประปา

2) การแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โดยผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (รูปที่ 4.6ก) อัตราส่วน 20 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร ในกะละมังสีฟ้า (รูปที่ 4.6ข) นำเนื้อลำไยที่ทำความสะอาดแล้วในตะกร้า จุ่มแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์นานประมาณ 30 วินาที โดยยกตะกร้าขึ้นลงและหมุนตะกร้า (รูปที่ 4.6ค) จนเนื้อลำไยมีลักษณะอุ้มน้ำ และใสขึ้น ทำให้ลำไยสะเด็ดน้ำ ซึ่งสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1 กะละมัง สามารถแช่เนื้อลำไยได้ 10 ครั้ง ในวันที่ทำการสำรวจ พบว่าผู้ผลิตมีการเตรียมสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์รอบเช้าและรอบบ่าย รอบละ 1 ครั้ง เพื่อใช้ในการแช่เนื้อลำไย 2 ชุด

3) การอบแห้งลำไยเรียงเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และทำให้สะเด็ดน้ำ บนตะแกรงอลูมิเนียมที่รองด้วยมุ้งลวดขนาด 25 เมช (mesh)โดยคว่ำขั้วลงจนเต็มตะแกรงที่วางบนรถเข็น (รูปที่ 4.7ก) นำรถเข็นที่เรียงเนื้อลำไยจนเต็มเข้าไปในเตาอบแบบใช้แก๊สหุงต้ม โดยรับอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในเตาเพื่อให้ความร้อน แล้วหมุนเวียนความร้อนโดยพัดลมระบายอากาศที่อยู่ภายในเตา มีปล่องระบายความชื้นระหว่างอบ (รูปที่ 4.7ข) ที่มีอุณหภูมิในเตาอบจะอยู่ระหว่าง 60-68 องศาเซลเซียส ระหว่างการอบมีการนำรถเข็นที่เรียงเนื้อลำไยจนเต็มเข้าไปเติมในเตาอบจนเต็มตู้ ขั้นตอนการอบลำไยในเตาอบ มีการระเหยน้ำออกมาจากลำไยตลอดเวลาทำให้อุณหภูมิในเตาอบไม่คงที่ โดยลำไยที่อยู่ใกล้พัดลมระบายความร้อนได้รับอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สูงกว่า และมีการกระจายความร้อนได้ดีกว่าจึงทำให้ลำไยมีสีที่เข้ม และแห้งได้เร็วกว่าลำไยที่อยู่ไกลจากความร้อน ดังนั้นทางผู้ประกอบการจึงต้องมีการหมุนรถเข็น และสลับตะแกรงบนรถเข็น (รูปที่ 4.7ค) เพื่อให้ลำไยได้รับความร้อนเท่าๆ กัน

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.6 การแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์
(ก) โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์; (ข) สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์;
(ค) จุ่มเนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

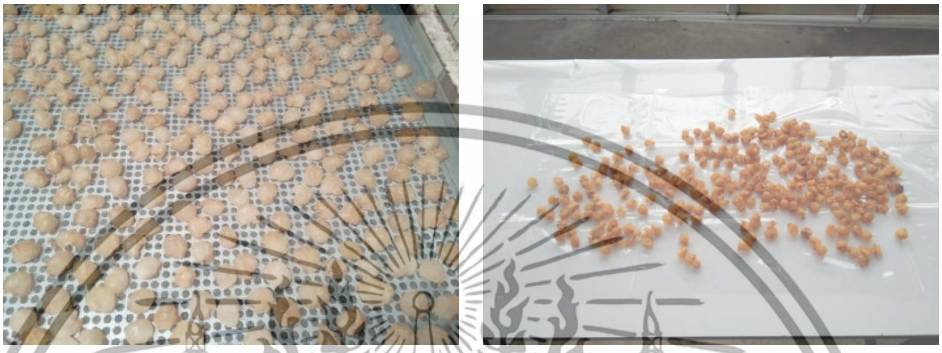
(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.7 การอบลำไย
(ก) เรียงเนื้อลำไยบนตะแกรง; (ข) เตาอบแบบใช้แก๊สหุงต้ม;
(ค) การสลับตะแกรง และหมุนรถเข็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การเก็บผลผลิตลำไยอบแห้ง คัดเลือกลำไยที่อบแห้งจนได้ที่ คือมีลักษณะแห้งร่อน ไม่ติดตะแกรง และมีสีเหลืองน้ำตาลออกมา (รูปที่ 4.8ก) แกะเนื้อลำไยอบแห้งออกจากตะแกรง วางผึ่งเนื้อลำไยเพื่อให้คลายความร้อนนาน 10-30 นาที (รูปที่ 4.8ข) กระทั่งลำไยมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำไปบรรจุถุงเย็น ชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) น้ำหนักถุงละ 5 กิโลกรัม ก่อนบรรจุลงลังกระดาษ เก็บที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตามวิธีการของโรงงาน



(ก) (ข)

รูปที่ 4.8 ลักษณะลำไยอบแห้งสีทอง

(ก) ลำไยระหว่างอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส; (ข) การผึ่งลำไยที่อุณหภูมิห้อง

4.2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี และกายภาพของวัตถุดิบ ลำไยในระหว่างกระบวนการผลิตและลำไยอบแห้ง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อลำไย และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ระหว่างกระบวนการผลิต จากนั้นเก็บตัวอย่างลำไยสด ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อนและหลังแช่เนื้อลำไย และลำไยอบแห้งสีทอง มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

4.2.3.1 ลำไยสด

ลำไยสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบคือ ลำไยพันธุ์อีดอ เกรด AA จากจังหวัดลำพูน เปลือกผลสีน้ำตาลปนเหลือง บางผลเน่าเสีย เนื่องจากเป็นลำไยร่วงระหว่างการเก็บเกี่ยว เนื้อลำไยมีสีขาวขุ่น ลักษณะนิ่ม มีค่าความสว่าง (L*) 41.89, ค่าความเป็นสีแดง (a*) -1.33 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 2.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) จากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี และกายภาพของลำไยสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต พบว่า มีความชื้น 82.93% และปริมาณน้ำอิสระ 0.99 (ตารางที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางด้านสี และลักษณะปรากฏของลำไยสด ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง

ตัวอย่าง	สี			ลักษณะปรากฏ
	L*	a*	b*	
ลำไยสด	41.89	-1.33	2.67	เปลือกผลสีน้ำตาลปนเหลือง บางผลแตกเน่า, เนื้อลำไยสีขาวขุ่น ลักษณะนิ่ม
ลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	63.19	-2.70	3.86	เนื้อลำไยสีขาวขุ่น ลักษณะแข็ง
ลำไยระหว่างอบที่ 60°C				
-ชุดที่ 1 อบ 4 ชั่วโมง	55.75	-1.28	10.67	เนื้อสีขาวเริ่มเห็นสีน้ำตาล, ผลมีน้ำไหล
-ชุดที่ 1 อบ 11 ชั่วโมง	47.03	1.18	17.29	เนื้อมีสีน้ำตาล, เนื้อนิ่มเหนียวติดกัน, ไม่มีน้ำไหล
-ชุดที่ 2 อบ 2 ชั่วโมง	57.61	-1.72	4.39	เนื้อมีสีขาว, ผลมีน้ำไหลออกมามาก
-ชุดที่ 2 อบ 9 ชั่วโมง	52.21	0.88	16.25	เนื้อมีสีน้ำตาลเข้มกว่าอบ 4 ชั่วโมง แต่อ่อนกว่า 11 ชั่วโมง, เนื้อนิ่มแฉะ
ลำไยอบแห้งสีทอง				
-ชุดที่ 1 อบที่ 60°C นาน 13 ชั่วโมง	43.73	7.33	26.25	เนื้อลำไยมีสีน้ำตาลเหลือง
-ชุดที่ 2 อบที่ 60°C นาน 11 ชั่วโมง	47.29	8.64	30.14	เนื้อลำไยมีสีน้ำตาลเหลืองเข้มกว่าลำไยอบแห้งสีทองชุดที่ 1 เล็กน้อย

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของลำไยสดลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g/100 g)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดด่าง
ลำไยสด	82.93	0.99	0.04	14.4	6.88
ลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	86.62	0.99	0.18	12.53	4.79
ลำไยระหว่างอบที่ 60°C					
-ชุดที่ 1 อบ 4 ชั่วโมง	69.07	0.97	0.19	4.10	4.49
-ชุดที่ 1 อบ 11 ชั่วโมง	44.86	0.89	0.46	6.67	4.91
-ชุดที่ 2 อบ 2 ชั่วโมง	83.98	0.99	0.15	2.12	4.49
-ชุดที่ 2 อบ 9 ชั่วโมง	55.82	0.93	0.54	5.47	4.66
ลำไยอบแห้งสีทอง					
-ชุดที่ 1 อบที่ 60°C อบ 13 ชั่วโมง	17.52	0.60	0.41	10.33	5.76
-ชุดที่ 2 อบที่ 60°C อบ 11 ชั่วโมง	17.34	0.58	0.56	10.27	5.88

4.2.3.2 ลำไยในระหว่างกระบวนการผลิต และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระหว่างกระบวนการผลิต

นำลำไยสดมาผ่านการแกะเปลือก และคว้านเมล็ด จากนั้นนำเนื้อลำไยมาแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ซึ่งตรวจพบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วง 10-40 ppm (ตารางที่ 4.4) พบว่า เนื้อลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีสีขาวขุ่น อ่อนกว่าเนื้อลำไยเริ่มต้น ลักษณะเนื้อแข็งขึ้น โดยมีค่าความสว่าง (L*) 63.19, ค่าความเป็นสีแดง(a*) -2.70 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 3.86 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) และมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 3.32 ppm (ตารางที่ 4.5) เมื่อนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสพบว่า เนื้อลำไยมีสีเข้มขึ้นตามระยะเวลาในการอบ โดยที่ระยะเวลาอบนาน 11 ชั่วโมง ค่าความสว่าง (L*) ลดลงจาก 63.19 เป็น 47.03, ค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้นจาก -2.70 เป็น 1.18 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้นจาก 3.86 เป็น 17.29 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) และความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งการแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อลำไยทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไย และเนื้อลำไยหลังแช่สารละลายมีสีอ่อนลง เพราะสารซัลไฟต์มีคุณสมบัติช่วยฟอกสี และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ได้ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549 และ Kim,1995) จากผลการทดลองพบว่าสารละลายโซเดียมเมตาไบต์ซัลไฟต์หลังแช่เนื้อลำไยมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 10-40 ppm ตลอดการแช่เนื้อลำไย (ตารางที่ 4.4) เนื่องจากขั้นตอนการเตรียมสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์พบว่ามีสารเคมีบางส่วนไม่ละลายน้ำทั้งหมด จึงทำให้ในขณะที่แช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ สารเคมีละลายน้ำออกมาส่งผลให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าไม่ต่างกัน

การอบแห้งลำไยชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 11 และ 9 ชั่วโมง พบการเปลี่ยนแปลงความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลง ปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4 ความเป็นกรดด่างและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำประปา สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อน และหลังแช่เนื้อลำไย

ตัวอย่าง	ความเป็นกรดด่าง (pH)		ช่วงค่าความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfite test) ppm**
	กระดาษวัด pH*	เครื่องวัด pH	
สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เริ่มต้นก่อนการแช่	6.5	7.53	10-40
สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์หลังแช่เนื้อลำไยครั้งที่ 1	6.5	7.02	10-40
สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์หลังแช่เนื้อลำไยครั้งที่ 6	6.5	6.06	10-40
สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์หลังแช่เนื้อลำไยครั้งที่ 10	6.5	5.16	10-40

หมายเหตุ : *กระดาษวัด pH ช่วงวัด 5.0-10.0 (Merck, Germany)

**กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ช่วงวัด 10-400 ppm (Merck, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

ตัวอย่าง	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)	%SO_2 เปลี่ยนแปลง	ชุดทดสอบซัลไฟต์*
ลำไยสด	0.00	0.00	ไม่พบ
ลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์**	3.32	0.00	พบ
ลำไยระหว่างอบที่ 60°C			
-ชุดที่ 1 อบ 4 ชั่วโมง	14.24	+328.92	พบ
-ชุดที่ 1 อบ 11 ชั่วโมง	15.66	+371.69	พบ
-ชุดที่ 2 อบ 2 ชั่วโมง	6.29	+89.46	พบ
-ชุดที่ 2 อบ 9 ชั่วโมง	14.95	+350.30	พบ
ลำไยอบแห้งสีทอง			
-ชุดที่ 1 อบที่ 60°C อบ 13 ชั่วโมง	22.77	+585.84	พบ
-ชุดที่ 2 อบที่ 60°C อบ 11 ชั่วโมง	22.77	+585.84	พบ

หมายเหตุ : %SO_2 เปลี่ยนแปลง

$$= \frac{\text{ปริมาณ } SO_2 \text{ ลำไยหลังแช่สารละลาย} - \text{ปริมาณ } SO_2 \text{ ลำไยระหว่างอบที่ 60°C} \times 100}{\text{ปริมาณ } SO_2 \text{ ลำไยหลังแช่สารละลาย}}$$

*ระดับต่ำสุดที่ตรวจได้คือ 150 ppm ของโซเดียมซัลไฟต์ (ซัลไฟต์อิสระ)

**ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ครั้งที่ 1, 6 และ 10

4.2.3.3 ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง

ลำไยอบแห้งสีทองจากการศึกษากระบวนการผลิตมีสีน้ำตาลเหลือง และเนื้อแห้ง โดยลำไยอบแห้งสีทองทั้งสองชุดมีค่าความสว่าง (L*) ในช่วง 43.73-47.29, ค่าความเป็นสีแดง (a*) 7.33-8.64 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) 26.25-30.14 (ตารางที่ 4.2) มีความชื้น 17.34-17.52% และปริมาณน้ำอิสระ 0.58-0.60 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานกำหนดตรวจพบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 22.77 ppm (ตารางที่ 4.5) จากการตรวจปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง (ตารางที่ 4.6) พบรา 25 cfu/g, *S. aureus* และ *C. perfringens*< 10 cfu/g, *Salmonella* spp. ตรวจไม่พบใน 25 g และ *E. coli*< 3 MPN/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ยกเว้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตรวจพบ 5.1 x 10^6 cfu/g และยีสต์ 1.0 x 10^4cfu/g ซึ่งเกินกว่าประกาศกรมวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 3 (2560) กำหนด เนื่องจากลำไยที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบไม่สมบูรณ์ บางผลแตกเน่า ลักษณะช้ำจากการกดทับ ดังนั้นจึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์และยีสต์เจริญเติบโตได้ดี อีกทั้งยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งอาหารที่มีน้ำตาล โดยเฉพาะผลไม้ที่สุกงอม หรือมีตำหนิ และสามารถเกิดการปนเปื้อนก่อนการเก็บเกี่ยว และระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยยีสต์เจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีความชื้นสูง และมีค่าความเป็นกรด 2 ถึง 9 (FDA-BAM, 2003) ซึ่งลำไยสดมีสภาวะที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของยีสต์

ตารางที่ 4.6 ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง*

เชื้อจุลินทรีย์	มกอช.8-2549**	กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3-2560***	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์
1. จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	-	<1 x 10^5	5.1 x 10^6
2. ยีสต์ (cfu/g)	<1 x 10^6	<1000	1.0 x 10^4
3. รา (cfu/g)	<500	<1000	25
4. *S. aureus* (cfu/g)	<10	<10	<10
5. *C. perfringens* (cfu/g)	<10	-	<10
6. *Salmonella* spp. (ใน 25 g)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
7. *E. coli* (MPN/g)	<3	<3	<3

หมายเหตุ : *ลำไยอบแห้งสีทองชุดที่ 1 อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 13 ชั่วโมง
**มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2549
***ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 3พ.ศ. 2560
- คือ ไม่ระบุ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง (ตารางที่ 4.5) พบว่า ลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไย 3.32 ppm และเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการอบที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้จากการสำรวจกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการพบว่า มีการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งมีค่าไม่เกินที่มาตรฐานกำหนดคือไม่เกิน 500 ppm ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 (2561) และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยอบแห้ง 22.77 ppm ซึ่งแตกต่างจากการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ประกอบการที่วางขายในตลาดในปี พ.ศ.2560 จากผลการทดลองในข้อ 4.3 ที่พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง 229.19 ppm (ตารางภาคผนวกที่ ง.1) จากการสอบถามผู้ประกอบการพบว่า ส่วนมากมีการรับซื้อลำไยอบแห้งสีทองจากกลุ่มแม่บ้านบริเวณใกล้เคียงก่อนนำมาบรรจุขาย ซึ่งอาจไม่มีการควบคุมปริมาณการใช้สารซัลไฟต์ในระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งปริมาณมาก จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองของผู้ประกอบการจังหวัดลำพูนมีความปลอดภัยทั้งทางด้านเคมีและจุลินทรีย์

4.3 คุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้ง

4.3.1 คุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้งที่มีขายในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน ในปี พ.ศ. 2560

ทำการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง และผลไม้อบแห้งในปี พ.ศ.2560 ทั้งหมด 11 ชนิด รวม 53 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่า ปริมาณความชื้นในผลไม้อบแห้งอยู่ในช่วง 10.35 ถึง 43.09% โดยปริมาณความชื้นเฉลี่ยของลำไยอบแห้งสีทอง มะเขือเทศอบแห้ง ฝรั่งอบแห้ง สับปะรดอบแห้ง ลูกเกดสีเหลือง ลูกเกดดำ มะม่วงอบแห้ง มะละกออบแห้ง มะพร้าวอบแห้ง แอปริคอตอบแห้ง และลูกชิดอบแห้งคือ 14.31, 17.44, 12.91, 10.35, 17.43, 18.90, 11.52, 12.30, 10.71, 20.99 และ 43.09% ตามลำดับ ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 919-2532 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2532) ระบุว่าความชื้นในผลไม้อบแห้งต้องไม่เกิน 18% ลำไยอบแห้งสีทองต้องอยู่ระหว่าง 12-18% (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549) ลูกเกดต้องไม่เกิน 19% (Codex, 1981a) และแอปริคอตอบแห้งที่ใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต้องไม่เกิน 25% (Codex, 1981b) จากการสำรวจพบว่าลูกเกดดำ 1 ตัวอย่าง, มะเขือเทศอบแห้ง 1 ตัวอย่าง และลูกชิดอบแห้ง 3 ตัวอย่าง มีปริมาณความชื้นสูงเกินที่มาตรฐานกำหนด

ปริมาณน้ำอิสระในผลไม้อบแห้ง พบว่าลำไยอบแห้งสีทองอยู่ในช่วง 0.46 ถึง 0.64 มะเขือเทศอบแห้งอยู่ในช่วง 0.56 ถึง 0.64 ฝรั่งอบแห้งอยู่ในช่วง 0.56 ถึง 0.65 สับปะรดอบแห้งอยู่ในช่วง 0.48 ถึง 0.65 ลูกเกดสีเหลืองอยู่ในช่วง 0.56 ถึง 0.60 ลูกเกดดำอยู่ในช่วง 0.56 ถึง 0.61 มะม่วงอบแห้งอยู่ในช่วง 0.57 ถึง 0.70 มะละกออบแห้งอยู่ในช่วง 0.56 ถึง 0.57 มะพร้าวอบแห้งอยู่ในช่วง 0.70 ถึง 0.81 แอปริคอตอบแห้งอยู่ในช่วง 0.61 ถึง 0.74 และลูกชิดอบแห้งอยู่ในช่วง 0.91 ถึง 0.92 ซึ่งพบว่าผลไม้อบแห้งที่มีปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด คือ ลูกชิดอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของผลไม้อบแห้ง และสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณน้ำอิสระที่สูงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคสูงขึ้น (Sagirli และคณะ, 2008) ซึ่งปริมาณน้ำอิสระที่ต่ำกว่า 0.61 ทำให้ยีสต์ และราไม่เจริญ (Tapai และคณะ, 2007)

ปริมาณกรดทั้งหมดพบว่าอยู่ในช่วง 0.15 ถึง 2.17 g /100 g ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.84 ถึง 11.87°Brix และความเป็นกรดด่างในผลไม้อบแห้งพบว่าอยู่ในช่วง 3.43 ถึง 6.79

ตารางที่ 4.7 ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความเป็นกรดด่างในผลไม้อบแห้ง

ผลไม้อบแห้ง	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g /100g)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดด่าง
ลำไยอบแห้งสีทอง	14.31±1.05	0.54±0.05	0.52±0.10[1]	11.87±0.29	6.79±0.23
มะเขือเทศอบแห้ง	17.44±3.82	0.59±0.03	1.19±0.41[1]	10.91±0.70	3.78±0.26
ฝรั่งอบแห้ง	12.91±2.14	0.60±0.04	0.96±0.37[1]	11.03±0.16	3.93±0.32
สับปะรดอบแห้ง	10.35±0.96	0.58±0.06	0.83±0.33[1]	11.75±0.23	3.80±0.30
ลูกเกดสีเหลือง	17.43±2.12	0.59±0.02	2.17±0.11[2]	11.24±0.28	3.43±0.14
ลูกเกดดำ	18.90±0.83	0.59±0.02	2.06±0.08[2]	11.12±0.08	3.93±0.29
มะม่วงอบแห้ง	11.52±2.15	0.62±0.05	1.10±0.65[1]	11.14±0.31	3.57±0.22
มะละกออบแห้ง	12.30±1.11	0.57±0.00	0.76±0.18[4]	11.87±0.14	3.65±0.41
มะพร้าวอบแห้ง	10.71±1.05	0.74±0.06	0.15±0.10[1]	8.22±0.91	4.98±1.21
แอปริคอตอบแห้ง	20.99±7.31	0.66±0.07	1.44±0.30[2]	10.40±0.77	4.65±0.29
ลูกชิดอบแห้ง	43.09±2.79	0.92±0.00	0.76±0.80[4]	7.84±1.47	5.11±0.39

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1]แสดงค่าเป็น g citric acid/100 g, [2]แสดงค่าเป็น g tartaric acid/100 g

[3]แสดงค่าเป็น g malic acid/100 g, [4]แสดงค่าเป็น g lactic acid/100 g

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลไม้อบแห้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าอยู่ในช่วง 9.4 ถึง 8,852.9 ppm โดยปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองอยู่ในช่วง 9.4 ถึง 229.2 ppm มะเขือเทศอบแห้งอยู่ในช่วง 16.4 ถึง 1,189.3 ppm ฝรั่งอบแห้งอยู่ในช่วง 110.4 ถึง 287.4 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สับปะรดอบแห้งอยู่ในช่วง 52.5 ถึง 204.4 ppm ลูกเกดสีเหลืองอยู่ในช่วง 1,017.1 ถึง 2,517.2 ppm ลูกเกดดำอยู่ในช่วง 9.4 ถึง 16.4 ppm มะม่วงอบแห้งอยู่ในช่วง 95.5 ถึง 218.4 ppm มะละกออบแห้งอยู่ในช่วง 72.0 ถึง 178.5 ppm มะพร้าวอบแห้งอยู่ในช่วง 57.8 ถึง 7770.4 ppm แอปริคอตอบแห้งอยู่ในช่วง 1,757.7 ถึง 8.852.9 ppm และลูกชิดอบแห้งอยู่ในช่วง 4,882.7 ถึง 7,594.7 ppm ตามลำดับ

ทั้งนี้ซัลไฟต์และสารประกอบซัลไฟต์เป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้ง (Russell และ Gould, 1999) โดยมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการเจริญของยีสต์ รา และแบคทีเรีย และยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในประเทศไทยได้กำหนดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุด คือ ไม่เกิน 1,000 ppm ในผลไม้อบแห้ง (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2532) ไม่เกิน 500 ppm ในลำไยอบแห้งสีทอง (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) และมาตรฐานโคเด็กซ์กำหนดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลูกเกดไม่เกิน 1,500 (Codex, 1981a) และแอปริคอตอบแห้งไม่เกิน 2,000 ppm (Codex, 1981b) ตามลำดับ

จากผลการสำรวจพบว่ามีผลไม้อบแห้งจำนวน 8 ตัวอย่าง ที่พบว่ามีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินมาตรฐานกำหนด ได้แก่ มะเขือเทศอบแห้ง 1 ตัวอย่าง (1,189.3 ppm), ลูกเกดสีเหลือง 2 ตัวอย่าง (1,879.9 และ 2,517.2 ppm), แอปริคอตอบแห้ง 2 ตัวอย่าง (8,295.8 และ 8,852.9 ppm) และลูกชิดอบแห้ง 3 ตัวอย่าง (4,882.7, 4,949.4 และ 7,594.7 ppm) ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ซึ่งผลไม้อบแห้งเหล่านี้ถูกซื้อมาจากตลาด และไม่ระบุแหล่งผลิต โดยเฉพาะลูกเกดสีเหลือง และแอปริคอตอบแห้งพบเป็นสินค้านำเข้าจากต่างประเทศที่ไม่ระบุแหล่งผลิต และประเทศที่นำเข้าชัดเจน โดยการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกินมาตรฐานที่กำหนดเกิดจากการไม่ควบคุมประเภทของสารซัลไฟต์ และปริมาณซัลไฟต์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต (พันธุ์สิริ สุทธิลักษณ์, 2556) ทั้งนี้ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และคณะ (2549) รายงานว่า ผลไม้อบแห้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 400 ppm นั้นมีระดับที่ยอมรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake; ADI) เกินกว่าที่องค์การอนามัยโลก (WHO, 2000) กำหนดคือ 0.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว/วัน (WHO, 2000) เมื่อคำนวณจากน้ำหนักตัวผู้บริโภค 60 กิโลกรัม และได้รับปริมาณผลไม้อบแห้งมากกว่า 100 กรัม นอกจากนี้ยังมีรายงานการได้รับซัลไฟต์ว่าอาจทำให้เกิดอาการหอบหืด, การช็อก, หน้าบวม, หายใจติดขัด, ท้องเสีย, ปวดท้อง, คลื่นไส้ และอาเจียน (Yang และ Purchase, 1985) ดังนั้นผลไม้อบแห้งเหล่านี้อาจเป็นอันตรายต่อผู้ที่มีอาการไวต่อซัลไฟต์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลไม้อบแห้งจากแหล่งต่างๆ จำนวนตัวอย่างและเปอร์เซ็นต์ (%) ของผลไม้อบแห้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินมาตรฐาน

ผลไม้อบแห้ง	แหล่งที่มา (จำนวนตัวอย่าง)			ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)			MPL*	จำนวนตัวอย่าง
	ตลาด	ห้างสรรพสินค้า	รวม	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	(ppm)	> MPL
ลำไยอบอบแห้งสีทอง	9	1	10	9.4±0.0	229.2±12.1	45.2±67.9	500[1]	0
มะเขือเทศอบแห้ง	3	3	6	16.4±0.0	1,189.3±10.6	727.8±14.7	1,000[2]	1
ฝรั่งอบแห้ง	2	2	4	110.4±2.4	287.4±7.6	207.7±90.4	1,000	0
สับปะรดอบแห้ง	4	3	7	52.5±5.4	204.4±4.7	105.2±57.0	1,000	0
ลูกเกดสีเหลือง	3	1	4	1,017.1±10.8	2,517.2±65.9	1,638.5±24.0	1,500[3]	2
ลูกเกดดำ	3	1	4	9.4±0.0	16.4±0.0	11.74±3.32	1,500	0
มะม่วงอบแห้ง	3	3	6	95.5±2.7	218.4±6.2	159.6±1.7	1,000	0
มะละกออบแห้ง	1	2	3	72.0±2.7	178.5±7.1	112.8±2.5	1,000	0
มะพร้าวอบแห้ง	0	3	3	57.8±3.6	770.4±11.7	346.9±375.5	1,000	0
แอปริคอตอบแห้ง	2	1	3	1,757.7±75.9	8,852.9±268.4	6,302.1±3,945.4	2,000[4]	2
ลูกชิดอบแห้ง	3	0	3	4,882.7±132.0	7,594.7±133.6	5,808.9±1,546.9	1,000	3
รวม	33	20	53	9.4±0.0	8,852.9±268.4	974.6±2,072.8		8

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, *ระดับสูงสุดที่อนุญาต

[1]MPL โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ.2561, [2]MPL โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 919 พ.ศ.2532

[3]MPL โดยมาตรฐานโคเด็กซ์ สำหรับลูกเกด ฉบับที่ 67 ค.ศ.1981, [4]MPL โดยมาตรฐานโคเด็กซ์ สำหรับแอปริตอตอบแห้ง ฉบับที่ 130 ค.ศ.1981

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 919 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2532) และ Food and Drug Administration (1984) ระบุว่าผลไม้อบแห้งต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมปะปน เช่น แมลง, ขนสัตว์, ดิน, หิน, ทราย, ชิ้นส่วนแมลง และเศษโลหะ จากการศึกษาสิ่งแปลกปลอมที่ตรวจพบในผลไม้อบแห้ง ดังตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.9 พบว่าจากผลไม้อบแห้งจำนวน 53 ตัวอย่าง ตรวจพบแมลง, มด, เส้นผม, ขนสัตว์, เมล็ดผลไม้ และอื่นๆ ที่ไม่สามารถระบุได้ในผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง 14 ตัวอย่าง (26.4%) มาจากลำไยอบแห้งสีทอง, มะเขือเทศอบแห้ง, ฝรั่งอบแห้ง, สับปะรดอบแห้ง, ลูกเกดสีเหลือง, ลูกเกดดำ และแอปริคอตอบแห้ง

รูปที่ 4.9 สิ่งแปลกปลอมในผลไม้อบแห้ง เช่น แมลงในลูกเกดสีเหลือง (ก), มดในสับปะรดอบแห้ง (ข), เส้นผมในลำไยอบแห้งสีทอง (ค), เส้นขนในลูกเกดสีเหลือง(ง), ชิ้นส่วนผลไม้ในแอปริคอตอบแห้ง (จ, ฉ), ในลำไยอบแห้งสีทอง (ช, ซ), ในลูกเกดดำ (ฌ), ในฝรั่งอบแห้ง (ญ), วัตถุแข็งในลำไยอบแห้งสีทอง (ฎ) และแอปริคอตอบแห้ง (ฏ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Food and Drug Administration (1999) ได้อธิบายวัตถุแปลกปลอมที่แข็ง และคมที่มีขนาด 7 ถึง 25 มิลลิเมตร อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการฉีกขาดของเนื้อเยื่อภายในช่องปาก, ฟันและเหงือก, ลิ้น, คอ, กระเพาะอาหาร และลำไส้ได้ จากการสำรวจพบว่าแมลง, มด, เส้นผม และเส้นขน ไม่จัดเป็นอันตรายทางกายภาพและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ยกเว้นเมล็ดผลไม้ (รูปที่ 4.9ฉ) ซึ่งการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมในผลไม้อบแห้งอาจมาจากในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาที่ไม่มีการควบคุมแมลงและสัตว์พาหะ รวมทั้งสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงาน

จากผลการศึกษาพบว่าผลไม้อบแห้งทั้งหมด 53 ตัวอย่าง มีความชื้นและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด จำนวน 15 ตัวอย่าง (28.3%) โดยแบ่งเป็นผลไม้อบแห้งที่ซื้อจากตลาดจำนวน 10 ตัวอย่าง (ลำไยอบแห้งสีทอง 1 ตัวอย่าง, แอปริคอตอบแห้ง 2 ตัวอย่าง, ลูกเกดดำ 1 ตัวอย่าง, ลูกเกดสีเหลือง 3 ตัวอย่าง และลูกชิดอบแห้ง 3 ตัวอย่าง) และจากห้างสรรพสินค้าจำนวน 5 ตัวอย่าง (ลำไยอบแห้งสีทอง 1 ตัวอย่าง, สับปะรดอบแห้ง 1 ตัวอย่าง, แอปริคอตอบแห้ง 1 ตัวอย่าง และมะเขือเทศอบแห้ง 2 ตัวอย่าง) ทั้งนี้เนื่องจากผู้ประกอบการขาดการควบคุมการผลิตและการไม่ควบคุมประเภทซัลไฟต์ และปริมาณซัลไฟต์ที่ใช้ นอกจากนี้ผู้ค้าปลีกยังขาดการควบคุมระหว่างการเก็บรักษาจึงทำให้เกิดการปนเปื้อนจากสิ่งแปลกปลอม

ตารางที่ 4.9 ประเภท และจำนวนสิ่งแปลกปลอมในผลไม้อบแห้ง

ผลไม้อบแห้ง	จำนวนตัวอย่าง	ประเภทสิ่งแปลกปลอม (จำนวน)	จำนวนตัวอย่างที่พบ	% ตัวอย่างที่พบ
ลำไยอบแห้งสีทอง	10	เส้นผม(1), เมล็ด(1), ชิ้นส่วนผลไม้(1) และไม่ระบุชนิด(3)	4	40.0
มะเขือเทศอบแห้ง	6	ไม่ระบุชนิด (2)	2	33.3
ฝรั่งอบแห้ง	4	เมล็ด(1)	1	25.0
สับปะรดอบแห้ง	7	มด(1)	1	14.3
ลูกเกดสีเหลือง	4	แมลง(1) และขนสัตว์(1)	1	25.0
ลูกเกดดำ	4	ชิ้นส่วนผลไม้(2)	2	50.0
มะม่วงอบแห้ง	6	ตรวจไม่พบ	0	0.0
มะละกออบแห้ง	3	ตรวจไม่พบ	0	0.0
มะพร้าวอบแห้ง	3	ตรวจไม่พบ	0	0.0
แอปริคอตอบแห้ง	3	เมล็ด(1), ชิ้นส่วนผลไม้(2) และไม่ระบุชนิด(2)	3	100.0
ลูกชิดอบแห้ง	3	ตรวจไม่พบ	0	0.0
รวม	53		14	26.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรดด่าง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้ง

ที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	ความชื้น(%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g /100 g)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$Brix)	ความเป็นกรดด่าง	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)
1	ฟิน/ท็อปส์ ลาดกระบัง กรุงเทพ	13.73 ± 0.18	0.63 ± 0.00	0.86 ± 0.01	11.13 ± 0.12	6.19 ± 0.02	10.68 ± 0.00
2	Choice Thai/ท็อปส์ ลาดกระบัง กรุงเทพ	14.40 ± 0.20	0.61 ± 0.00	0.80 ± 0.02	10.60 ± 0.00	6.25 ± 0.00	279.02 ± 4.45
3	บ้านลำไย/ลำพูน	19.52 ± 0.25	0.72 ± 0.00	0.45 ± 0.00	11.00 ± 0.00	6.72 ± 0.01	9.96 ± 1.23
4	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	16.39 ± 0.22	0.57 ± 0.00	0.51 ± 0.02	11.13 ± 0.12	6.61 ± 0.04	367.99 ± 5.37
5	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	14.06 ± 0.09	0.53 ± 0.00	0.43 ± 0.01	11.53 ± 0.12	6.52 ± 0.04	444.15 ± 2.47
6	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	13.91 ± 0.17	0.59 ± 0.00	0.50 ± 0.01	12.13 ± 0.00	6.88 ± 0.03	15.66 ± 2.47
7	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	15.84 ± 0.06	0.60 ± 0.00	0.41 ± 0.01	11.73 ± 0.12	6.55 ± 0.01	296.81 ± 5.65
8	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	13.60 ± 0.12	0.57 ± 0.00	0.54 ± 0.01	12.27 ± 0.23	6.74 ± 0.01	428.49 ± 6.52

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3.2 คุณภาพทางกายภาพเคมี และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองที่มีขายในเขตกรุงเทพฯ และจังหวัดลำพูน ในปี พ.ศ. 2561

ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพเคมี และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลไม้อบแห้งที่สำรวจในปี พ.ศ. 2560 พบว่า ผลไม้อบแห้งที่มีความชื้น และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินมาตรฐานส่วนใหญ่เป็นผลไม้อบแห้งที่ซื้อมาจากตลาด และไม่ระบุแหล่งผลิต ซึ่งลำไยอบแห้งสีทองเป็นหนึ่งในผลไม้อบแห้งดังกล่าว ดังนั้นจึงได้ทำเก็บตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทองเพิ่มเติมในปี พ.ศ.2561 จำนวน 8 ตัวอย่างจากห้างสรรพสินค้า และร้านค้าในเขตกรุงเทพฯ และจังหวัดลำพูน เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่า ลำไยอบแห้งสีทองมีความชื้นอยู่ในช่วง 13.60 ถึง 19.52% ปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.53 ถึง 0.72 ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 0.86 g citric acid/100 g ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 10.60 ถึง 12.27°Brix และความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 6.19 ถึง 6.88 โดยมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่าอยู่ในช่วง 9.96 ถึง 444.15 ppm (ตารางที่ 4.10) ลำไยอบแห้งสีทองทั้งหมด 8 ตัวอย่าง พบว่ามีจำนวน 1 ตัวอย่าง ที่มีความชื้นและปริมาณน้ำอิสระเกินมาตรฐานกำหนด และมีจำนวน 6 ตัวอย่างที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 10 ppm ซึ่งเป็นลำไยอบแห้งสีทองที่ซื้อจากตลาด ไม่ระบุแหล่งผลิตจำนวน 5 ตัวอย่าง และจากห้างสรรพสินค้าจำนวน 1 ตัวอย่างถึงแม้ว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ก็ยังเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เนื่องจากมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 10 ppm ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองในการทดลองต่อไป

4.4 ศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

จากการศึกษาข้อ 4.3 พบว่า ลำไยอบแห้งสีทองจากตลาดส่วนใหญ่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินค่าความปลอดภัย คือ มากกว่า 10 ppm ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคที่ไวต่อสารนี้ได้ จึงได้ทำการศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง ได้แก่ การใช้เตาไมโครเวฟที่กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 5 นาที การใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที, 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีและ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง การลวกในน้ำร้อน นาน 5 นาที และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง เพื่อลดปริมาณซัลเฟอร์ไดอออกไซด์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยก่อนการบริโภค

4.4.1 ผลของการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

ลักษณะลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อน เปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุมดังแสดงในรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าลำไยอบสีทองจะมีลักษณะแห้ง สีน้ำตาลเข้มขึ้น และเนื้อแข็ง เนื่องจากการระเหยน้ำระหว่างการให้ความร้อน และลำไยที่ผ่านการลวกน้ำร้อนเนื้อลำไยจะมีลักษณะนิ่ม สีคล้ำ และชุ่มน้ำ สอดคล้องกับค่าความสว่าง (L*) ของลำไยอบแห้งลดลง และค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.11) เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) เมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนสูงจะเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) ให้เป็นคาราเมล (caramels) (อมรรัตน์ จงสวัสดิ์วรกูล และลัดดา เหมาะสุวรรณ, 2545)

ลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้เตาไมโครเวฟและการใช้ลมร้อนพบมีความชื้น และปริมาณน้ำอิสระลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งชุดควบคุม เนื่องจากการระเหยของน้ำระหว่างการให้ความร้อน ยกเว้นวิธีการลวกทำให้ลำไยเกิดการดูดน้ำจึงมีความชื้น และปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ลำไยอบแห้งที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ ยกเว้นการลวก มีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งชุดควบคุม

(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ)

รูปที่ 4.10 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ไมโครเวฟ (ข), การใช้ลมร้อนที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ค), การใช้ลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง (ง) และการลวกน้ำร้อน (จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	%การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก*	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g /100g)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดด่าง (pH)	สี		
							L*	a*	b* (NS)
ชุดควบคุม	0.00 ± 0.00[a]	15.70 ± 0.29[e]	0.60 ± 0.01[d]	0.54 ± 0.01[b]	11.49 ± 0.21[b]	6.64 ± 0.02[c]	43.11 ± 3.01[b]	10.17 ± 1.77[ab]	20.93 ± 7.62
ไมโครเวฟ 400 วัตต์ 5 นาที	-3.05 ± 0.08[a]	13.28± 0.32[bc]	0.51 ± 0.01[c]	0.61 ± 0.05[c]	11.47 ± 0.61[b]	6.54 ± 0.02[bc]	37.79 ± 1.38[a]	13.41 ± 3.05[b]	18.32 ± 6.85
ลมร้อน 150°C, 15 นาที	-4.68 ± 0.38[a]	11.63 ± 0.63[ab]	0.47 ± 0.01[b]	0.72 ± 0.02[d]	11.67 ± 0.07[b]	6.40 ± 0.06[a]	36.39 ± 1.47[a]	13.28 ± 2.79[b]	17.21 ± 4.95
ลมร้อน 60°C, 15 ชั่วโมง	-6.64 ± 0.38[a]	9.89 ± 0.24[a]	0.40 ± 0.02[a]	0.74 ± 0.02[d]	12.27 ± 0.17[b]	6.47 ± 0.02[ab]	39.87 ± 4.31[ab]	13.03 ± 2.64[b]	20.10 ± 3.09
ลวก 95°C, 5 นาที	+136.17 ± 12.1[b]	49.82 ± 3.73[d]	0.91 ± 0.01[e]	0.29 ± 0.04[a]	6.27 ± 0.64[a]	6.63 ± 0.13[c]	34.64 ± 2.67[a]	8.24 ± 1.89[a]	18.57 ± 1.83

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\%\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์} - \text{น้ำหนักหลังลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์}}{\text{น้ำหนักก่อนลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์}} \times 100$$

*%การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเพิ่มขึ้น (+), %การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักลดลง (-)

[a-d] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ลำไยอบแห้งสีทองมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เริ่มต้น (ชุดควบคุม) 268.58 ppm เมื่อนำมาลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการต่างๆ มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังแสดงในตารางที่ 4.12 พบว่า การใช้ไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อนไม่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองได้เมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม โดยการใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 5 นาที ทำให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 58.37 ppm คิดเป็น 21.73%, ลมร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 13.29 ppm คิดเป็น 4.95% และลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 57.18 ppm คิดเป็น 21.29% แต่การลวกน้ำร้อนนาน 5 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองได้ 159.09 ppm คิดเป็น 59.23% ตามลำดับ เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณสมบัติสามารถระเหย และละลายได้ในน้ำ เกิดการรวมตัวกลายเป็นกรดซัลฟูรัส (H_2SO_3) (Ashar, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุชาดา ทองศรี (2549) ที่ระบุว่าการแช่ผลลำไยสดที่รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำนาน 5 ถึง 15 นาที สามารถลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกผลได้ 23 ถึง 37% และการลวกสามารถลดการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพุทราจีน และเห็ดหูหนูขาวได้ 80 และ 90% ตามลำดับ (จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์, 2558)

ตารางที่ 4.12 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($\%SO_2$) ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)	$\%SO_2$ เปลี่ยนแปลง*
ชุดควบคุม	268.58 ± 29.92^{b}	0.00
ไมโครเวฟ 400 วัตต์, 5 นาที	326.95 ± 34.38^{c}	+21.73
ลมร้อน 150°C, 15 นาที	281.87 ± 30.63^{bc}	+4.95
ลมร้อน 60°C, 15 ชั่วโมง	325.76 ± 29.73^{c}	+21.29
ลวกน้ำร้อน 95°C, 5 นาที	109.49 ± 16.79^{a}	-59.23

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\%SO_2 \text{ เปลี่ยนแปลง} = \frac{\text{ปริมาณ } SO_2 \text{ ชุดควบคุม} - \text{ปริมาณ} SO_2 \text{หลังลด}}{\text{ปริมาณ} SO_2 \text{ ชุดควบคุม}} \times 100$$

*$\%SO_2$ ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (+), $\%SO_2$ ที่เปลี่ยนแปลงลดลง (-)

$^{a-c}$ หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่าการใช้ไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อนไม่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองได้ ยกเว้นการลวกน้ำร้อนที่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้มากกว่า 50%แต่เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากทำให้ลำไยมีลักษณะเนื้อนิ่ม สีคล้ำ และชุ่มน้ำ (รูปที่ 4.10จ) มีความชื้น 49.82% และปริมาณน้ำอิสระ 0.91 (ตารางที่ 4.11) ซึ่งไม่เป็นไปตามที่มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช.8-2549 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549) กำหนด

4.4.2 ผลของการใช้ลมร้อน และการตากแดดต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถระเหยได้ในอากาศ จึงทำการศึกษาการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งเพิ่มเติม โดยการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และการตากแดด (อุณหภูมิ 40±3 องศาเซลเซียส) ช่วงเวลา 10.00 ถึง 14.00 นาฬิกา นาน 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม ดังรูปที่ 4.11 และตารางที่ 4.13 พบว่าลำไยอบแห้งที่ได้มีน้ำหนักลดลง ลักษณะของลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง เนื้อลำไยอบแห้งมีลักษณะแห้งและมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งชุดควบคุม สอดคล้องกับค่าความสว่าง (L*) ที่ลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a*) ที่เพิ่มมากขึ้น และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยลำไยที่ผ่านการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที มีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 42.09, 10.76 และ 20.76 และลำไยที่ผ่านการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง มีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 42.50, 8.81 และ 16.83 ตามลำดับ ลำไยที่ผ่านการใช้ลมร้อน และการตากแดดมีความชื้นลดลงจาก 14.04% เป็น 11.70 และ 11.58% และปริมาณน้ำอิสระลดลงจาก 0.53 เป็น 0.44 และ 0.45 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13)

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.11 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการใช้ลมร้อน 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที (ข), และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ลมร้อน และการตากแดด

วิธี	%การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก*	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g /100g) (NS)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดด่าง (pH)	สี		
							L*	a*	b* (NS)
ชุดควบคุม	0.00 ± 0.00[a]	14.04 ± 0.21[b]	0.53 ± 0.04[b]	0.44 ± 0.01	11.17 ± 0.05[a]	6.80 ± 0.01[b]	49.68 ± 2.76[b]	5.52 ± 0.98[a]	17.98 ± 5.03
ลมร้อน 90°C, 30 นาที	-1.68 ± 0.05[b]	11.70 ± 0.13[a]	0.45 ± 0.00[a]	0.46 ± 0.01	11.80 ± 0.13[c]	6.74 ± 0.01[a]	42.09 ± 0.40[a]	10.76 ± 0.73[c]	20.76 ± 1.10
ตากแดด, 4 ชั่วโมง	-1.96 ± 0.21[b]	11.58 ± 0.18[a]	0.44 ± 0.01[a]	0.45 ± 0.02	11.40 ± 0.07[b]	6.74 ± 0.02[a]	42.50 ± 0.42[a]	8.81 ± 0.31[b]	16.83 ± 0.83

หมายเหตุ: แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\%\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์} - \text{น้ำหนักหลังลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์}}{\text{น้ำหนักก่อนลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์}} \times 100$$

*%การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเพิ่มขึ้น (+), %การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักลดลง (-)

[a-c] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 84.12 ppm คิดเป็น 21.27% และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 39.75 ppm คิดเป็น 10.05% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14) เมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุมที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 395.40 ppm ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ozkan และ Cemeroglu (2002a) ที่ระบุว่าที่อุณหภูมิที่สูงจะทำให้เกิดการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อผลไม้แบบทิศทางเดียว (monophasic pattern) คือระเหยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งจากบริเวณผิว และในเนื้อผลไม้อบแห้ง นอกจากนี้เป็นไปได้ว่าการตากแดดแม้จะมีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมระหว่าง 38 ถึง 43 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีลม และเป็นพื้นที่เปิดโล่ง เมื่อเกิดการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะไม่ถูกดูดซึมกลับเข้ามาในผลไม้อบแห้งอีก (ประสิทธิ์ ชุติชูเดช, 2544) แต่การตากแดดเป็นวิธีที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอได้ และการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ควรระมัดระวังเรื่องอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ เนื่องจากมีผลทำให้ลักษณะผลิตภัณฑ์แห้ง และมีสีที่เข้มขึ้น

ตารางที่ 4.14 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($\%SO_2$) ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ลมร้อน และการตากแดด

วิธี	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)	$\%SO_2$ เปลี่ยนแปลง*
ชุดควบคุม	395.40 ± 43.73^{c}	0.00
ลมร้อน 90°C, 30 นาที	311.28 ± 5.34^{a}	-21.27
ตากแดด, 4 ชั่วโมง	355.65 ± 4.17^{b}	-10.05

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\%SO_2 \text{ เปลี่ยนแปลง} = \frac{\text{ปริมาณ } SO_2 \text{ ชุดควบคุม} - \text{ปริมาณ } SO_2 \text{ หลังลด}}{\text{ปริมาณ } SO_2 \text{ ชุดควบคุม}} \times 100$$

*$\%SO_2$ ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (+), $\%SO_2$ ที่เปลี่ยนแปลงลดลง (-)

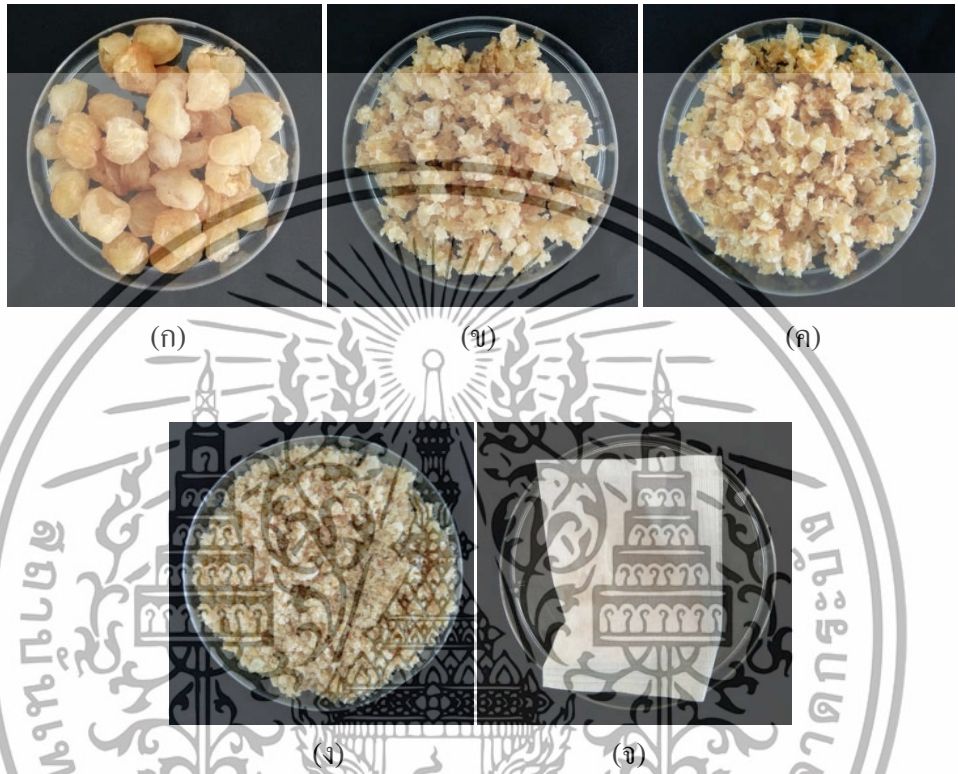
[a-c] หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.5 ผลการศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์ชาจากลำไยอบแห้ง

ทำการเตรียมชาลำไย โดยนำลำไยอบแห้งสีทอง (รูปที่ 4.12ก) มาทำการหั่นและปั่นด้วยเครื่องปั่นเปียกสแตนเลส (รูปที่ 4.12ข) ก่อนนำไปอบลมร้อน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้เนื้อลำไยระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำออกอย่างสม่ำเสมอ เมื่อครบเวลาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง (รูปที่ 4.12ค) ได้ชาลำไยที่มีลักษณะเป็นชิ้นใหญ่ หยาบ เกาะกลุ่มกัน มีขนาดไม่สม่ำเสมอ จึงทำการลดขนาดชาลำไยโดยใช้เครื่องปั่นเปียกปั่นผสมอีกครั้ง ชาลำไยที่ผ่านการลดขนาดจะมีขนาดเล็ก และสม่ำเสมอ (รูปที่ 4.12ง) ก่อนนำไปบรรจุซองชาน้ำหนัก 8 กรัม สำหรับการชงชาต่อไป (รูปที่ 4.12จ)



(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ)

รูปที่ 4.12 วัตถุดิบลำไยอบแห้งสีทอง (ก) ชาลำไยก่อนอบ (ข) ชาลำไยหลังอบ (ค) ชาลำไยหลังลดขนาด (ง) และชาลำไยบรรจุซองชา (จ)

ผลการวิเคราะห์ความชื้น และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในวัตถุดิบ พบว่า วัตถุดิบลำไยอบแห้งสีทองมีความชื้น 15.09% และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 329.55 ppm เมื่อผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมงจนได้ชาลำไย พบว่ามีความชื้นและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 9.66% และ 241.05 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15) ซึ่งชาลำไยมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 280 พ.ศ.2547 กำหนดคือ น้อยกว่า 10% แต่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในชาลำไยเกินกว่า 10 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 คุณภาพของชาลำไย และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่มชาลำไย และเนื้อชาลำไยหลังแช่น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)
วัตถุดิบลำไยอบแห้งสีทอง	15.09 ± 0.15	329.55 ± 4.45
ชาลำไย	9.66 ± 0.23	241.05 ± 3.58
เครื่องดื่มชาลำไย	-	0.00 ± 0.00
เนื้อชาลำไยหลังแช่น้ำร้อน10 นาที	-	29.42 ± 1.79

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากนั้นนำชาลำไยบรรจุซองมาศึกษาผลการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของเครื่องดื่มชาลำไยการบริโภคผลิตภัณฑ์ โดยการแช่ชาลำไยบรรจุซองลงในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้10 นาที แล้วใช้ช้อนกดที่ถุงชา ก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำชา และเนื้อชาที่แยกหลังจากแช่นาน10 นาที มาทำการตรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่า ในน้ำชาหลังแช่น้ำร้อน 10 นาที ตรวจไม่พบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง และในเนื้อชาหลังแช่น้ำร้อนนาน 10 นาที ตรวจพบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 29.42 ppm (ตารางที่ 4.13) ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 10 ppm อาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้โดยเฉพาะผู้ที่มีความเสี่ยงต่อซัลไฟต์ (Grotheer และคณะ, 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าที่อุณหภูมิในการอบ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และลดลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส อบต่อนาน 12-15 ชั่วโมงได้ลำไยอบแห้งที่มีลักษณะเนื้อแห้ง ไม่เหนียวติดมือ มีความชื้นอยู่ในช่วง 12-15% และได้ร้อยละผลผลิต 5%

จากการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน พบการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในช่วง 3.32 ถึง 15.66 ppm โดยผลผลิตลำไยอบแห้งสีทองที่ได้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 22.77 ppm ความชื้น 17.52% ปริมาณน้ำอิสระ 0.60 ไม่เกินที่มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 8-2549 กำหนด

จากการสำรวจคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองและผลไม้อบแห้งในปี พ.ศ.2560 จำนวน 11 ชนิด รวมทั้งหมด 53 ตัวอย่าง คือ ลำไยอบแห้งสีทอง 10 ตัวอย่าง, มะเขือเทศอบแห้ง 6 ตัวอย่าง, ฝรั่งอบแห้ง 4 ตัวอย่าง, สับปะรดอบแห้ง 7 ตัวอย่าง, ลูกเกดเหลือง 4 ตัวอย่าง, ลูกเกดดำ 4 ตัวอย่าง, มะม่วงอบแห้ง 6 ตัวอย่าง, มะละกออบแห้ง 3 ตัวอย่าง, มะพร้าวอบแห้ง 3 ตัวอย่าง, แอปริคอตอบแห้ง 3 ตัวอย่าง และลูกชิดอบแห้ง 3 ตัวอย่าง พบว่า ผลไม้อบแห้งที่มีความชื้น ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสิ่งแปลกปลอม เกินมาตรฐานกำหนดมีจำนวน 15 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นผลไม้อบแห้งที่ซื้อจากตลาด และไม่ระบุแหล่งผลิตจำนวน 10 ตัวอย่าง ได้แก่ ลำไยอบแห้งสีทอง 1 ตัวอย่าง, แอปริคอตอบแห้ง 2 ตัวอย่าง, ลูกเกดดำ 1 ตัวอย่าง, ลูกเกดเหลือง 3 ตัวอย่าง และลูกชิดอบแห้ง 3 ตัวอย่าง และผลไม้อบแห้งจากห้างสรรพสินค้าที่ระบุแหล่งผลิต จำนวน 5 ตัวอย่าง ได้แก่ ลำไยอบแห้งสีทอง 1 ตัวอย่าง, สับปะรดอบแห้งจำนวน 1 ตัวอย่าง, แอปริคอตอบแห้ง 1 ตัวอย่าง และมะเขือเทศอบแห้งจำนวน 2 ตัวอย่าง ซึ่งลำไยอบแห้งสีทองมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด 500 ppm และจากการสำรวจคุณภาพลำไยอบแห้งในปี พ.ศ.2561 จำนวน 8 ตัวอย่าง พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองอยู่ในช่วง 9.40-444.15 ppm ซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 8-2549 กำหนด แต่สามารถเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้โดยเฉพาะผู้ที่แพ้สารซัลไฟต์อย่างรุนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง พบว่า การใช้เตาไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อนไม่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ โดยการใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 5 นาที, ลมร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 21.73, 4.95 และ 21.29% ตามลำดับ แต่การลวกน้ำร้อนนาน 5 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองได้ 59.23% แต่ทำให้ลักษณะปรากฏไม่เป็นที่ยอมรับ คือ เนื้อลำไยมีลักษณะนิ่มสีคล้ำ และชุ่มน้ำ นอกจากนี้พบว่าการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 21.27 และ 10.05% ตามลำดับ และลำไยยังมีคุณภาพเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

จากการศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคชาจากลำไยอบแห้ง พบว่า การแช่ชาลำไยในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ไม่พบการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำชาดังกล่าว แต่ในเนื้อชาหลังแช่น้ำร้อนนาน 10 นาที พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 29.42 ppm ซึ่งไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

5.2 ข้อเสนอแนะ

ลำไยอบแห้งสีทองตั้งแต่กระบวนการผลิต ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่าย พบการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด แต่เกินค่าความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคลดความเสี่ยงต่อการรับประทานซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินกำหนด ดังนั้นผู้บริโภคควรเลือกรับประทานผลไม้อบแห้งจากแหล่งผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อลดโอกาสการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกินมาตรฐานในผลิตภัณฑ์จากแหล่งผลิตที่ไม่ได้ควบคุมกระบวนการผลิต หากผู้บริโภคไม่สามารถเลี่ยงที่จะรับประทานได้ ควรรับประทานแต่น้อย หรือใช้วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังที่เสนอมา และผู้ผลิตควรมีการลดปริมาณ หรือการควบคุมการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์ ได้แก่ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ในระหว่างกระบวนการผลิตเพื่อลดการตกค้างในผลิตภัณฑ์ หรือใช้สารทดแทนซัลไฟต์อื่นๆ ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งหน่วยงานราชการสามารถนำข้อมูลการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองและผลไม้อบแห้งต่างๆ ไปใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมปริมาณการใช้สารซัลไฟต์ และ/หรือ ปรับปรุงค่าระดับที่ยอมรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) ของสารกลุ่มซัลไฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9007-2548 เรื่อง ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหาร.** คัดจากพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 123 ตอนที่ 7 ง.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 8-2549 เรื่อง เนื้อลำไยสดอบแห้ง.** คัดจากพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่มที่ 123 ตอนที่ 99 ง.

กระทรวงสาธารณสุข. 2560. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 เรื่องการแสดงฉลากของอาหารในภาชนบรรจุ.** คัดจากพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับที่ 2 เล่ม 134 ตอนพิเศษที่ 97 ง.

กระทรวงสาธารณสุข. 2561. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร.** คัดจากพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับที่ 5 เล่ม 135 ตอนพิเศษที่ 178 ง.

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2532. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มกอ. 919-2532 เรื่องผลไม้แห้ง.** คัดจากพระราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 107 ตอนที่ 12.

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช: ลำไย.** กรุงเทพ : ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **เอกสารวิชาการ ลำไย.** กรุงเทพ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2550. **การวิจัยและพัฒนาการเนื้อลำไยอบแห้งสีทองให้ได้มาตรฐาน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.arda.or.th/kasetinfo/north/research_longan2.html. 20 มีนาคม 2559

กรมวิชาการเกษตร. 2555. **การผลิตลำไยอบแห้ง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n13/v_4-may/kayaipon.html. 18 กุมภาพันธ์ 2559

กรมวิชาการเกษตร. 2558. **จีนแจ้งเตือนลำไยสดจากไทยพบสาร SO_2 เกินมาตรฐาน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.doa.go.th/psco/index.php?option=com_content&view=article&id=241:so2-&catid=42:2010-08-06-04-08-08&Itemid=71. 15 ธันวาคม 2561

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. **ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร.** กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ : กระทรวงสาธารณสุข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขันทอง เพ็ชรนอก, ทะนงพันธ์ สัจจาปาละ, ก่อเกียรติ ศาสตรินทร์ และกนกวรรณ ตุ้นสกุล. 2553. **สิ่งแปลกปลอมในพาสต้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ.** วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 52(1-2) : 40-50.

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล, จาตุพงศ์ วาฤทธิ์ และสมเกียรติ จตุรงค์ล้ำเลิศ. 2550. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) กับผลลำไยสดด้วยวิธีหมุนเวียนอากาศแบบ forced-air.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว).

จินตนา กิจเจริญวงศ์ และ ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์. 2558. **การประเมินการได้รับสัมผัสของซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการบริโภคผักและผลไม้แห้งนำเข้าจากต่างประเทศของคนไทย พ.ศ. 2548-2557.** วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 57(1) : 58-68.

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์, พิเชษฐ์ ลิ้มสุวรรณ, วรพจน์ สุนทรสุข, นิตยา เกตุแก้ว และแสงเงิน ไกรสิงห์. 2545. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการลด/กำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ในลำไยด้วยวิธีการใช้ระบบโอโซน.** วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 33 (6) : 143-146.

ดารณี หมู่ขจรพันธ์. 2552. **กฎระเบียบของอาหารก่อภูมิแพ้ที่ต้องรู้.** Q for food. 144 : 69-71.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. **เคมีอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

บริษัท มิลลิพอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด. มปป. **วิธีการใช้กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfite Test) MQuant™.** กรุงเทพฯ: มิลลิพอร์คอร์ปอเรชั่น.

ประสิทธิ์ ชุติชูเดช. 2544. **การประเมินศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการพัฒนาคุณภาพลำไยอบแห้ง.** แก่นเกษตร. 29(2) : 69-79.

พาวิน มะโนชัย. 2543. **ลำไย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : สิรินาฏการพิมพ์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. 2561. **ซัลไฟต์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1937/potassium-metabisulfite-e224. 5 ธันวาคม 2561

พันธ์สิริ สุทธิลักษณ์. 2556. **ลูกชิด: คุณค่าทางโภชนาการ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิดให้มีคุณภาพและปลอดภัย.** วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 41(3) : 508-517.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์, ดุษฎี ณ ลำปาง และรำไพพรรณ อภิชาตพงศ์ชัย. 2542. **ลำไย.** เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง.

ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์, กิตติมา โสนะมิตร์ และวันทนีย์ ขำเลิศ. 2549. **ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผักและผลไม้ พ.ศ.2542-2546.** วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 48 (1) : 46-58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรัณยา ลาภส่งผล. 2550. **ผลของสภาวะการอบแห้งต่อสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสและสารประกอบฟีนอลิคในลำไยอบแห้งพร้อมเปลือกและชาลำไย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. **สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2560.** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2555. **ข้อกำหนดคุณภาพ หรือวัตถุเจือปนอาหารตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และมาตรฐานโคเด็กซ์ เล่ม 2.** สำนักอาหาร: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร. มปป. **ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ndoae.doae.go.th/article2010/longan/longan_roast1.html. 18 ธันวาคม 2561

สุชาดา ทองศรี. 2549. **ศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลลำไยสด.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สุนันทา คะเนนอก. 2556. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ.** คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

แสงเงิน ไกรสิงห์. 2542. ผลงานฉบับเต็มขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7ว. การวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร. กลุ่มงานตรวจสอบและออกใบรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ

องค์การเภสัชกรรม. มปป. **คู่มือการใช้ชุดสอบซัลไฟต์ (สารฟอกขาว) ในอาหาร.** กรุงเทพฯ : องค์การเภสัชกรรม.

อมรรัตน์ จงสวัสดิ์วรกูล และลัดดา เหมาะสุวรรณ. 2545. **Evidence-based maillard reaction: focusing on parenteral nutrition.** วารสารโภชนบำบัด. 3(1) : 3-13.

Agri-food and Veterinary Authority of Singapore. 2015. **Food Regulations.** [Online]. Available from : https://www.ava.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/food-regulations-2-feb-20161da0851875296bf09fdaff00009b1e7c. (Accessed September 7, 2018)

Araujo, A. N., C. M. C. M., Couto., J. L. F. C., Lima and M. C. B. S. M., Montenegro. 1998. **Determination of SO_2 in wines using a flow injection analysis system with potentionmetric detetion.** Journal of Agricultural and Food Chemistry 46(1) : 168-172.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. **Official Methods of Analysis of AOAC international.** 18th ed. Maryland: AOAC international.

Ashar, N. G. 2016. **Advances in Sulphonation Techniques. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology.** Switzerland : Springer International Publishing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Centre for Food Safety. 2017. **Preservatives in Food Regulations. NO 132.** [Online]. Available from: https://www.cfs.gov.hk/english/food_leg/food_leg_pf.html. (Accessed September 7, 2017)

Cihacek, L. J., G. Yellajosula, K. A. Jacobson and L. Swenson. 2015. **A Comparison of Seven SO 4 -S Extraction Methods for Analysis by Turbidimetry or ICP Spectrometry.** Communications in Soil Science and Plant Analysis. 46 : 2649-2659.

Codex Alimentarius Commission (Codex). 1981a. **Codex Standard for Raisins CODEX STAN 67-1981.** [Online]. Available from: www.fao.org. (Accessed May 18, 2017)

Codex Alimentarius Commission (Codex). 1981b. **Codex Standard for Dried apricots CODEX STAN 130-1981.** [Online]. Available from: Available from: www.fao.org. (Accessed May 18, 2017)

Codex Alimentarius Commission (Codex). 1995. **Codex general standard for food additives : Codex standard 192-1995.** [Online]. Available from: http://food.fda.moph.go.th/Rules/ dataRules /4-3-8GSFA2007.pdf (Accessed March 3, 2016)

European Union (EU). 2008. **Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council.** [Online]. Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content /EN/TXT/?uri=celex%3A32008R1333 (Accessed September 7, 2018)

European Union (EU). 2011. **Regulation (EC) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council.** [Online]. Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ EN/ALL/?uri=CELEX%3A32011R1169 (Accessed September 7, 2018)

Ferguson, J. B. 1917. **The iodometric determination of sulfur dioxide and the sulfites.** Journal of the American Chemical Society, 39 (3): 364–373.

Food and Drug Administration (FDA). 1984. **Macroanalytical Procedures Manual (MPM).** [Online]. Available from: www.fda.gov. (Accessed January 2, 2018)

Food and Drug Administration (FDA). 1999. **Compliance policy guide Chapter 5 Sub chapter 555 Section 555.425 Adulteration Involving Hard or Sharp Foreign Objects.** [Online]. Available from: https://www.fda.gov/ucm/groups/fdagov-public/@fdagov-afda-ice/documents/webcontent/ucm074554.pdf (Accessed January 14, 2018)

Food standard Agency. 2004. **Survey of sulphur dioxide in soft drink.** [Online]. Available from: http://food.gov.uk/science/surveillance. (Accessed December 3, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Garcia-Fuentes, A. R., S. Wirtz., E. Vos and H. Verhagen. 2015. **Short review of sulphites as food additives.** European Journal of Nutrition & Food Safety. 5(2) : 113-120.

Grotheer, P., M. Marshall and A. Simonne. 2014. **Sulfites: Separating Fact from Fiction.** [Online]. Available from: https://edis.ifas.ufl.edu/fy731. (Accessed April 15, 2016)

ISO 6579: 2002. **Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of Salmonella spp.** International Organization for Standardizations, Geneva, Switzerland.

Japan External Trade Organization (JETRO). 2011. **Specifications and Standards for Foods, Food Additives, etc. Under the Food Sanitation Act (Abstract) 2010.** [Online]. Available from : https://www.jetro.go.jp/ext_images/en/reports/regulations/pdf/foodext 2010e.pdf (Accessed September 7, 2018)

Kim, H. J. 1995. **Inhibition of Enzymatic Browning Reaction by Sulfite.** Journal of Chemical Education. 72(3) : 242.

Liu, S., L. Wang and D. Yang. 2011. **Study on influence of different desulfurization method of apple slice.** Advanced Materials Research. 236-238 : 2753-2758.

Mega, J. A. and A. T. Tu. 1994. **Food additive toxicology.** New York : Marcel Dekker.

More, D. 2016. **Sulfite allergy.** [Online]. Available from : https://www.verywell.com/sulfite-allergy-82911. (Accessed May 13, 2016)

Ni, Z., F. Tang, Y. Liu and D. Shen. 2015. **Rapid determination of low-level sulfite in dry vegetables and fruits by LCI-CP-MS.** Food Science and Technology Research. 21: 1-6.

Ozkan, M. and B. Cemeroglu. 2002(a). **Desulphiting dried apricots by exposure to hot air flow.** Journal of the Science of Food and Agriculture. 82 : 1823-1828.

Ozkan, M. and B. Cemeroglu. 2002(b). **Desulfiting dried apricots by Hydrogen peroxide. Journal of food science.** 67(5) : 1631-1635.

Russell, N.J. and G.W. Gould. 1991. **Food preservatives.** East Kilbride: Thomson Litho.

Sagirli, F¸ S.Tagi, M. Ozkan. and O. Yemis. 2008. **Chemical and microbial stability of high moisture dried apricots during storage.** Journal of the Science of Food and Agriculture. 88: 858-869.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tapia, M. S., S. M. Alzamora and J. Chirife. 2007. **Effects of water activity (aw) on microbial stability:as a hurdle in food preservation.** In G.V. Barbosa-Canovas, A. J. Fontana, S.J. Schmidt and T.P. Labuza, (Eds), Water Activity in Foods Fundamentals and Applications. Victoria: Blackwell Publishing Asia, 239-271.

United States Department of Agriculture (USDA). 2015. **This report contains assessments of commodity and trade issues made by usda staff and not necessarily statements of official u.s. government policy.** [Online]. Available from : https://gain.fas.usda.gov /Recent%20GAIN%20Publications/Standard%20for%20Food%20Additive%20Use%20-%20GB2760-2015_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_4-28-2015.pdf (Accessed October 3, 2018)

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2003. **BAM : Aerobic plate count.** [Online]. Available from : https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm (Accessed October 3, 2018)

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2003. BAM : ***Clostridium perfringens*.** [Online]. Available from : https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods /ucm070878.htm (Accessed October 3, 2018)

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2003. **BAM : Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria.** Available from : https://www.fda.gov/Food/FoodScience Research/Laboratory Methods/ucm064948.htm (Accessed October 3, 2018)

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2003. **BAM : *Staphylococcus aureus*.** Available from : https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071429 .htm (Accessed October 3, 2018)

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2003. BAM : **Yeasts, molds and mycotoxins.** [Online]. Available from : https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/ucm071435.htm (Accessed October 3, 2018)

Varnam, A. H. and J. P. Sutherland. 1994. **Beverage technology, chemistry and microbiology.** 2nd. London : Chapman & Hall.

World health organization (WHO). 2000. **Evaluation of certain food additives (fifty-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives).** WHO Technical Report Series No. 891, WHO, Geneva.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yang, W. H. and E. C. R. Purchase. 1985. **Adverse reactions to sulfites.** Canadian Medical Association Journal. 133 : 865-867, 880.

Zhong, Z., G. Li, B. Zhu, Z. Luo, H. Li and W. Wu. 2015. **A rapid distillation method coupled with ion chromatography for the determination of total sulphur dioxide in foods.** Food Chemistry. 131 : 1044-1050.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ก.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำผลไม้อบแห้ง 200 กรัม มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 0.5 เซนติเมตร ด้วยมีดก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเปียกสแตนเลสความแรงเบอร์ 1 นาน 10-15 ก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ความเป็นกรดด่าง, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2005)

1. อบถ้วยอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 – 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่าง หรือตัวอย่างผลไม้อบแห้งในข้อ ก.1 ที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 กรัม โดยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในถ้วยอลูเนียมสำหรับหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
3. อบตัวอย่างในตู้อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง
4. เมื่อครบกำหนดเวลานำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น รอจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีกกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักแห้งที่ชั่งติดต่อกันไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม
5. การคำนวณ

$$MC = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

เมื่อ MC = ปริมาณความชื้น (ร้อยละ, %)

W_1 = น้ำหนักถ้วยเปล่า

W_2 = น้ำหนักถ้วยพร้อมตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักถ้วยพร้อมตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, Aw) (AOAC, 2005)

1. ก่อนใช้งานทำการ Calibrate เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น 4TE โดยใช้น้ำบริสุทธิ์สูง (Ultrapure water)

2. ใส่ตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมในข้อ ก.1 ลงในตลับวัดค่า Aw 3 - 4 กรัม

3. นำตลับใส่ใน Chamber ของเครื่องวัดค่า แล้วอ่านค่าปริมาณน้ำอิสระที่ปรากฏบนหน้าจอเครื่อง

ก.4 การวัดสี (ดัดแปลงจากศรัณยา ลาภส่งผล, 2550)

1. ปรับมาตรฐาน (Calibration) เครื่องวัดสี (Color meter รุ่น CR-400) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (white blank; L*=97, a*=-0.18, b*=1.84)

2. ทำการวัดสีโดยแนบเครื่องวัดเข้ากับพื้นผิวภายนอกของลำไยอบแห้งสีทองบริเวณด้านบน โดย 1 ผลต่อการวัดค่า 1 ครั้ง วัดทั้งหมด 5 ผล จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของการวัด

3. บันทึกค่าสีที่ได้ในรูปแบบค่า L*, a* และ b* โดยที่

L* หมายถึง ค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0-100
a* หมายถึง ค่าสีแดง และสีเขียว	เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก คือ สีแดง
	เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ คือ สีเขียว
b* หมายถึง ค่าสีเหลือง และสีน้ำเงิน	เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก คือ สีเหลือง
	เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ คือ สีน้ำเงิน

ก.5 การหาสิ่งแปลกปลอม (ขันทอง เพ็ชรนอก และคณะ, 2553 และ FDA, 1984)

1. สำรวจบรรจุภัณฑ์ภายนอก ได้แก่ รอยฉีกขาด รอยกัดแทะจากสัตว์ และบันทึกผล

2. สุ่มตัวอย่าง 75 กรัม วางลงบนกระดาษสีขาว

3. ใช้ปากคีบเขี่ยตัวอย่างเพื่อหาสิ่งแปลกปลอม เช่น หิน ดิน ทราย แมลง สัตว์ เส้นผม ขน เศษโลหะ เศษไม้ เศษพลาสติก เมล็ด เป็นต้น บันทึกผล และถ่ายภาพสิ่งแปลกปลอม

4. วางตัวอย่างลงบนตะแกรงร่อน ใช้น้ำประปาฉีดลงไปบนตัวอย่าง ความแรงของน้ำ 2 ลิตรต่อนาที นาน 1 นาที เพื่อชะล้างสิ่งแปลกปลอม

5. เก็บสิ่งแปลกปลอมที่ชะล้างได้ บันทึกผล และถ่ายภาพสิ่งแปลกปลอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2005)

การเตรียมสารเคมี

ข.1.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 โมลาร์ (M)

ข.1.1.1 เตรียมสารละลาย NaOH 0.1 M โดยชั่ง NaOH 4 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ละลายในน้ำปราศจากไอออน (Deionized water, DI) เทใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ DI แล้วนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยสารละลาย KHP

ข.1.1.2 เตรียมสารละลายโพแทสเซียม ไฮโดรเจน พทาเลต (Potassium hydrogen phthalate, KHP) 0.05 M โดยชั่ง KHP ที่ผ่านการอบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง และเก็บไว้ในโถดูดความชื้นน้ำหนัก 1 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ในบีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำ DI ที่ผ่านการต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) (จับเวลา 15 นาที หลังเดือด) และเย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเทใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

การคำนวณหาความเข้มข้นของ KHP

มวลโมเลกุล KHP = 204.23 กรัม/โมล

น้ำหนัก KHP = 1.0000 กรัม

ปริมาตรสารละลาย KHP = 100 มิลลิลิตร

$$\text{ความเข้มข้นของ KHP (M)} = \frac{1.0000 \text{ กรัม}}{204.23 \text{ กรัม/โมล}} \times \frac{1000 \text{ มิลลิลิตร}}{100 \text{ มิลลิลิตร}}$$

$$= 0.05 \text{ M}$$

ข.1.1.3 ฟีนอลฟ์ทาลีน (Phenolphthalein) 1% โดยชั่ง phenolphthalein 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ละลายในเอทานอล 95% เทใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอล 95% เทใส่เก็บในขวดสีชา

ข.1.1.4 การหาความเข้มข้นมาตรฐานสารละลาย NaOH ใช้ปิเปตดูดสารละลาย KHP ใส่ในขวดรูปชมพู่ 25 มิลลิลิตร หยด phenolphthalein 1% 3 หยด แล้วนำไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH ที่ต้องการทราบความเข้มข้นที่แน่นอน จนกระทั่งถึงจุดยุติ (เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพู) บันทึกปริมาตร NaOH ที่ใช้และนำไปคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย NaOH

ความเข้มข้นของ KHP = 0.05 M

ปริมาตรสารละลาย KHP = 25 มิลลิลิตร

ปริมาตรสารละลาย NaOH = A มิลลิลิตร

$$\text{ความเข้มข้นของ NaOH (M)} = \frac{0.05\ \text{M} \times 25\ \text{มิลลิลิตร}}{\text{A มิลลิลิตร}}$$

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างผลไม้อบแห้งในข้อ ก.1 น้ำหนัก 15 กรัม โดยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำ DI 100 มิลลิลิตร

2. นำไปต้มเดือนนาน 1 ชั่วโมง แล้วเทตัวอย่างทั้งน้ำและเนื้อลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร รอให้เย็นก่อนปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ที่ต้มไล่ CO_2

3. เทตัวอย่างทั้งน้ำและเนื้อใส่หลอดเซนติฟิวส์ ชั่งน้ำหนักหลอดละ 50 กรัม จำนวน 2 หลอด แล้วนำไปปั่นหวี่ยงที่อุณหภูมิห้องด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที

4. เทสารละลายส่วนใสจากทั้ง 2 หลอดผสมกัน แล้วใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

5. ทำการกวนสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่องกวนสารที่ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที และไตเตรตด้วยสารละลาย NaOH 0.1 M จนกระทั่งค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 8.2 แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด

6. คำนวณในสูตร

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด } (g_{acid}/100g) = \frac{V_{NaOH} \times M_{NaoH} \times \text{factor acid} \times V_{\text{sample made up}} \times 100}{V_{\text{sample taken for titration}} \times V_{sample} \times 1000}$$

เมื่อ

V_{NaOH} = ปริมาตรของสารละลาย NaOH 0.1 M ที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

M_{NaOH} = ความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลาย NaOH 0.1 M

factor acid = น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของกรด

Citric acid = 64 $g_{citric\ acid}$/mol (ลำไย, มะม่วง, สับปะรด, มะละกอ, มะเขือเทศ, มะพร้าว, ฝรั่ง)

Tartaric acid = 75 $g_{tartaric\ acid}$/mol (ลูกเกดดำ, ลูกเกดเหลือง)

Lactic acid = 90 $g_{lactic\ acid}$/mol (ลูกชิด)

Malic acid = 67 $g_{malic\ acid}$/mol (แอปริคอต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V_{sample\ made\ up}$ = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้ว (มิลลิลิตร)

$V_{sample\ taken\ for\ titration}$ = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต (มิลลิลิตร)

W_{sample} = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ข.2 **การวัดค่าความเป็นกรดด่าง (AOAC, 2005)**

1. ก่อนใช้งานทำการ calibrate เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) ด้วย buffer 7 และ 4
2. ชั่งตัวอย่างผลไม้อบแห้งในข้อ ก.1 น้ำหนัก 10 กรัม โดยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และเติมน้ำ DI ที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ปริมาตร 90 มิลลิลิตร
3. ผสมสารละลายตัวอย่างให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีปั่น (Stomacher) นาน 1 นาที
4. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter

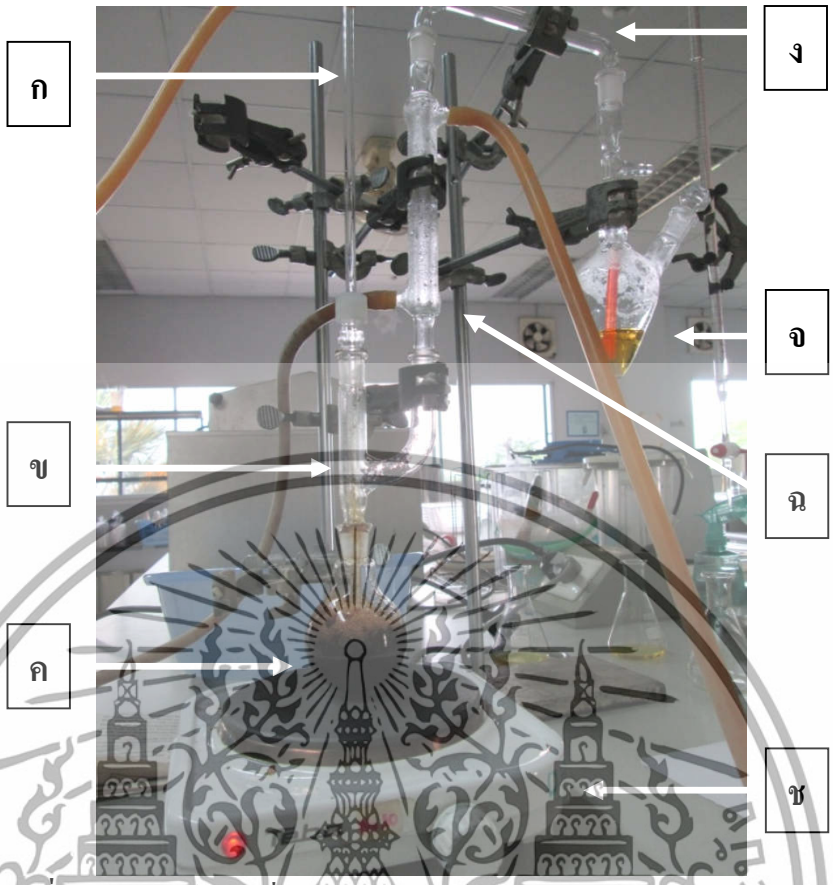
ข.3 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (AOAC, 2005)

1. ก่อนใช้งานทำการ calibrate เครื่อง Hand refractometer ด้วยน้ำ DI ให้ได้ 0
2. นำสารละลายส่วนใสจากข้อ ข.1 วิธีการวิเคราะห์ข้อ 4 มาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ hand refractometer 0-33 °Brix อ่านค่าที่ได้

ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) (AOAC, 2005)

ใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการกลั่นแบบ Optimized Monier-William method ซึ่งมีหลักการเมื่อตัวอย่างอาหารถูกรีฟลักซ (reflux) ด้วยความร้อนและกรดไฮโดรคลอริก จะเปลี่ยนซัลไฟต์ให้เป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะไหลผ่านคอนเดนเซอร์ (condenser) ไปรวมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และถูกออกซิไดส์ (Oxidized) เป็นกรดซัลฟูริก จากนั้นนำกรดซัลฟูริกมาไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อุปกรณ์การกลั่นวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังแสดงในรูปภาคผนวกที่ ข.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ ข.1 อุปกรณ์การกลั่น ได้แก่ ท่อนำก๊าซไนโตรเจน (ก), ข้อต่อรูปตัว Y (ข), ขวดก้นกลม (ค), ข้อต่องอ (ง), ขวดรูปหัวใจ (จ), ตัวควบแน่น (ฉ) และเตาให้ความร้อน (ช)

การเตรียมสารเคมี

ข.4.1 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 3%

เตรียม H_2O_2 3% โดยใช้ปิเปตดูด H_2O_2 30% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ DI

ข.4.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.01 โมลาร์ (M)

ข.4.2.1 เตรียมสารละลาย NaOH 0.01 M โดยตวงสารละลาย NaOH 0.1 M จากข้อ ข.1.1.1 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ DI นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยสารละลาย KHP ตามวิธีการข้อ ข.1.1

ข.4.3 กรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.4 M

ตวง HCl ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และน้ำ DI ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4.4 เมทิล เรด (Methyl red) 0.25%

โดยชั่ง methyl red 0.25 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ละลายในเอทานอล 95% เทใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยเอทานอล 95% เทใส่เก็บในขวดสีชา

ข.4.5 เอทานอล (Ethanol) 95%

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดอ่างทำความเย็น (Cooling bath) ซึ่งตั้งอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ที่ต่ออยู่กับตัวควบแน่น (Condenser)

2. ใส่ H_2O_2 3% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปหัวใจ (สำหรับเก็บไอสาร) และหยด methyl red 0.25% 3 หยด (ได้สีชมพู) ไตเตรตด้วยสารละลาย NaOH 0.01 M จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง นำไปต่อเข้ากับข้อต่องอ

3. ชั่งตัวอย่าง หรือตัวอย่างผลไม้อบแห้งในข้อ ก.1 น้ำหนัก 15 กรัม โดยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ที่ต้องการทราบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ใส่ลงในขวดก้นกลม เติมน้ำ DI 50 มิลลิลิตร และ ethanol 95% 0.5 มิลลิลิตร ลงในขวดก้นกลม ต่อเข้ากับข้อต่อรูปตัว Y

4. ใส่ HCl 4 M ปริมาณ 9 มิลลิลิตร แล้วเสียบท่อนำก๊าซไนโตรเจนเข้ากับขวดก้นกลมทันที

5. ให้ความร้อนแก่ขวดก้นกลมโดยเตาให้ความร้อน

6. จับเวลาหลังตัวอย่างในขวดก้นกลมเดือด 3 ชั่วโมง

7. นำสารในขวดรูปหัวใจ (สีชมพู) ไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH 0.01 M จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง

8. บันทึกปริมาตรสารละลาย NaOH 0.01 M ที่ใช้ในการไตเตรต

9. คำนวณในสูตร

$$SO_2\ (ppm) = \frac{N \times V \times 32.03 \times 1000}{W}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ที่ใช้ไตเตรต (M)

V = ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

ppm = ส่วนในล้านส่วน

32.03 = มิลลิกรัมสมมูลของก๊าซ SO_2 (milliquivalent weight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ค.1 การเตรียมตัวอย่าง (FDA-BAM, 2003)

ชั่งตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทองลงในถุงปลอดเชื้อด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ 25 กรัม เติมน้ำยาเจือจาง จากข้อ ค.2.2 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร แล้วนำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่น (stomacher) นาน 1 นาที ตัวอย่างที่ได้จะมีระดับการเจือจาง 10^{-1} จากนั้นทำการเจือจางกระทั่งถึง 10^{-6}

ค.2 การเตรียมน้ำยาสำหรับเจือจาง Buttlefield's phosphate buffered

ค.2.1 การเตรียมน้ำยา stock

ละลาย Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) 34 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลาย NaOH และปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

ค.2.2 การเตรียมน้ำยา Dilution

ปิเปตน้ำยา stock จากข้อ ค.2.1 ปริมาตร 1.25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตวงใส่ขวดปริมาตร 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 กรัม) และใส่ในหลอดทดลองขนาด 16x150 มิลลิลิตร ปริมาตร 9 มิลลิลิตร (สำหรับการเจือจางในหลอดทดลอง) นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave)

ค.3 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (FDA-BAM, 2003)

ค.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate count agar (PCA)

ค.3.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างจากข้อ ค.1 ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจาง ละ 2 ซ้ำ (10^{-1} – 10^{-6})

2. หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เทลงในตัวอย่างบนจานเพาะเชื้อด้วยวิธีการ pour plate เขย่าจานเพาะเชื้อให้ตัวอย่างกระจายตัวได้ดี

3. ทิ้งให้อาหารแข็งตัว ก่อนนำจานเพาะเชื้อเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ในช่วง 30-300 โคโลนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.4 การวิเคราะห์เชื้อยีสต์ และรา (FDA-BAM, 2001)

ค.4.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Potato dextrose agar (PDA) ปรับ pH ให้ได้ 3.5 ด้วยสารละลายกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) 10% ที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส

ค.4.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างจากข้อ ค.1 ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจาง ละ 2 ซ้ำ (10^{-1} – 10^{-2})

2. หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH 3.5 แล้ว เทลงในตัวอย่างบนจานเพาะเชื้อด้วยวิธีการ pour plate เขย่าจานเพาะเชื้อให้ตัวอย่างกระจายตัวได้ดี

3. ทิ้งให้อาหารแข็งตัว ก่อนนำจานเพาะเชื้อเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน ตรวจนับยีสต์และราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในช่วง 30-300 โคโลนี โดยแยกนับตามลักษณะโคโลนีที่ปรากฏว่าเป็นยีสต์ หรือราที่เจริญ

ค.5 การวิเคราะห์เชื้อ *Escherichia coli* / Coliforms (FDA-BAM, 2001)

ค.5.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมี

1. Lauryl Tryptose Broth (LSTB) พร้อมหลอดดักแก๊ส
2. 2% Brilliant green lactose bile broth (2% BGLB) พร้อมหลอดดักแก๊ส
3. EC broth พร้อมหลอดดักแก๊ส
4. Eosin methylene blue agar (EMB)
5. Triple sugar iron agar (TSI) slant
6. Trypton broth
7. MR-VP broth
8. Simmons citrate agar
9. Kovac
10. Methyl red
11. Voges-Prokauer
12. สารละลาย 5% α-Naphtol
13. 40% Potassium hydroxide (KOH)

ค.5.2 วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างอาหารจากข้อ ค.1 ที่ระดับความเจือจางต่อเนื่องกัน 3 ระดับ (10^{-1} – 10^{-3})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปิเปตตัวอย่างลงใน LSTB หลอดละ 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (หลอดที่ไม่มีแก๊สให้บ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง)

3. ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซของ LSTB ถ่ายเชื้อลงใน EC broth และ 2% BGLB บ่มหลอด EC broth ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และบ่มหลอด 2% BGLB ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. นับจำนวนหลอดที่มีแก๊สในหลอดดักแก๊สของหลอด EC broth นำไปอ่านค่า MPN จากตารางภาคผนวกที่ ค.1 ค่า MPN ที่ได้ เป็นค่า MPN ของ faecal coliform

5. นับจำนวนหลอดที่มีแก๊สในหลอดดักแก๊สของหลอด 2% BGLB นำไปอ่านค่า MPN จากตารางภาคผนวกที่ ค.1 ค่า MPN ที่ได้ เป็นค่า MPN ของ coliform

ตารางภาคผนวกที่ ค.1 ค่า MPN ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

Positive Tubes			MPN	Positive Tubes			MPN	Positive Tubes			MPN	Positive Tubes			MPN
0.1	0.01	0.001		0.1	0.01	0.001		0.1	0.01	0.001		0.1	0.01	0.001	
0	0	0	<3.0	1	0	0	11	2	0	0	9.2	3	0	0	23
0	0	1	3	1	0	1	7.4	2	0	1	14	3	0	1	38
0	0	2	6	1	0	2	11	2	0	2	20	3	0	2	64
0	0	3	9	1	0	3	15	2	0	3	26	3	0	3	95
0	1	0	3	1	1	0	7.3	2	1	0	15	3	1	0	43
0	1	1	6.1	1	1	1	11	2	1	1	20	3	1	1	75
0	1	2	9.2	1	1	2	15	2	1	2	27	3	1	2	120
0	1	3	12	1	1	3	19	2	1	3	34	3	1	3	160
0	2	0	6.2	1	2	0	11	2	2	0	21	3	2	0	93
0	2	1	9.3	1	2	1	15	2	2	1	28	3	2	1	150
0	2	2	12	1	2	2	20	2	2	2	35	3	2	2	210
0	2	3	16	1	2	3	24	2	2	3	42	3	2	3	290
0	3	0	9.4	1	3	0	15	2	3	0	29	3	3	0	240
0	3	1	12	1	3	1	20	2	3	1	36	3	3	1	460
0	3	2	16	1	3	2	24	2	3	2	44	3	3	2	1100
0	3	3	19	1	3	3	29	2	3	3	53	3	3	3	>1100

ที่มา : Food and Drug Administration (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อแตะหลอดในข้อ 4 ที่ให้ผลบวกทุกหลอดไปเขี่ยเพาะเชื้อใน EMP agar บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

7. เลือกโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* บน EMB agar ซึ่งมีลักษณะโคโลนีสีม่วงดำ ผิวมีสีเขียวเคลือบเป็นเงา มันวาวคล้ายเงาโลหะ เรียกว่า metallic sheen ไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีโดย

7.1 การทดสอบ Indole ถ่ายเชื้อที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* ลงใน Trypton broth บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จากนั้นเติม Kovac 3-4 หยด ถ้าให้ผลบวกจะปรากฏเป็นสีแดง ผลลบจะไม่เปลี่ยนสี Kovac

7.2 การทดสอบ Methyl red และ Voges-Prokauer ถ่ายเชื้อที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* ลงใน MR-VP broth บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วแบ่งเชื้อเป็น 2 ส่วน ใส่ในหลอดปลอดเชื้อ

7.2.1 ทดสอบ MR โดยเติม methyl red 2-3 หยด ลงในสารละลายเชื้อ ผลบวกจะให้สีแดง ผลลบจะให้สีเหลือง

7.2.2 ทดสอบ VP โดยถ่ายเชื้อ 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดปลอดเชื้อ จากนั้นเติมสารละลาย 5% α-Naphtol 0.6 มิลลิลิตร และ 40% KOH 0.2 มิลลิลิตร ผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง อ่านผลหลังจาก 4 ชั่วโมง ผลบวกจะเกิดสีชมพูแดง ผลลบไม่เปลี่ยนสี

7.3 การทดสอบ Citrate โดยเขี่ยเชื้อลงบนผิวหน้าอาหาร Simmons citrate agar บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผลบวกจะเปลี่ยนสีอาหารเป็นสีน้ำเงิน ผลลบไม่เปลี่ยนสีอาหาร

7.4 การทดสอบ Triple sugar iron agar slant โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อแทงเชื้อลงในก้นหลอดอาหาร (stab) และเขี่ยเชื้อบนผิวอาหาร (streak) บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

7.5 อ่านผลลักษณะทางชีวเคมี ดังตารางภาคผนวกที่ ค.2

ตารางภาคผนวกที่ ค.2 ตารางเปรียบเทียบผลการตรวจเชื้อ *E.coli*

TSI agar slant				IMViC			
Butt	Slant	Gas	H_2S	Indole	MR	VP	Citrate
A	A(K)	+(-)	-	+	+	-	-
			หรือ	-	+	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

K = Alkaline ปลายหลอด (slant) ของ TSI จะมีสีแดง (ชมพูบานเย็น)

A = Acid ก้นหลอด (butt) ของ TSI จะมีสีเหลือง

H_2S + = ในหลอด TSI จะเกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์

H_2S - = ไม่มีตะกอนสีดำในหลอด TSI เนื่องจากไม่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์

Gas + = มีฟองอากาศดันวุ้นของ TSI เนื่องจากการย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วได้กรดและแก๊ส

Gas - = มีฟองอากาศดันวุ้นของ TSI

8. คำนวณค่า MPN ของ *E.coli* ต่อกรัมของอาหาร โดยนับหลอดที่มี *E.coli* ที่ให้ลักษณะทางชีวเคมีในข้อ 7 เทียบค่า MPN จากตารางภาคผนวกที่ ค.1

ค.6 การวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus* (FDA-BAM, 2003)

ค.6.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมี

1. Baird-Parker medium (BP) ผสม ไข่แดงปราศจากเชื้อ

2. Brain heart infusion (BHI) broth

3. TSA salnt

4. Rabbit plasma

ค.6.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างอาหารที่เลือกแล้วจากข้อ ค.1 ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร BP จานละ 0.3, 0.3 และ 0.4 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางละ 2 ซ้ำ (10^{-1} – 10^{-3})

2. ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอล (L) เกลี่ยเชื้อโดยวิธี spread plate

3. นำจานเพาะเชื้อเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

4. ตรวจนับโคโลนีที่มีลักษณะสีดำ กลม นูน ขอบเรียบ มันวาว มีตะกอนขุ่นรอบโคโลนีและมีโซนใสล้อมรอบ

5. ทดสอบการสร้างเอนไซม์ของ *S. aureus*

5.1 โดยเลือกโคโลนีจากจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร BP เขี่ยลงใน TSA slant บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5.2 ใช้เข็มเขี่ยเชื้อจาก TSA slant เพาะเลี้ยงเชื้อในหลอด BHI broth 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5.3 ดูดเชื้อจากหลอด BHI broth 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มี rabbit plasma 0.2 มิลลิลิตร นำหลอดไปวางไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่ควบคุม อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 อ่านผลโดยดูการแข็งตัวของพลาสมา (plasma) ทุกๆ ชั่วโมง เป็นเวลาอย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง

5.5 อ่านค่าระดับการแข็งตัวจากตารางภาคผนวกที่ ค.3

ตารางภาคผนวกที่ ค.3 ระดับการจับตัวของเชื้อ *S. aureus* กับ coagulase plasma

ระดับการจับตัว	ลักษณะปรากฏ
0	ไม่เกิดการจับตัว
+1ve	จับตัวเป็นก้อนน้อย ไม่รวมกลุ่ม
+2ve	จับตัวเป็นก้อนน้อย รวมกลุ่ม
+3ve	จับตัวเป็นก้อนใหญ่
+4ve	จับตัวเป็นก้อนหมดทั้งหลอด และไม่ขยับเมื่อคว่ำหลอด

ค.7 การวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. (ISO-AOAC 6579:2002, 2007)

ค.7.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมี

1. Buffered Peptone Water (BPW)
2. Muller-Kauffmann Tetrathionate/novobiocin (MKTTn)
3. Rappaport-Vassiliadis broth with soya (RVS) medium
4. Xylose-Lysine-Desoxycholate (XLD) agar
5. Hektoenenteric (HE) agar
6. Triple sugar iron agar (TSI) slant
7. Lysine-Indole-Motility (LIM) medium
8. Trypticase soy agar (TSA) slant
9. Urea agar slant
10. Simmons citrate agar slant
11. Kovac

ค.7.2 วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่าง 25 กรัม ผสมกับน้ำยาเจือจาง BPW 225 มิลลิลิตร ใส่ในถุงปลอดเชื้อตีปั่นให้เข้ากัน แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

2. เมื่อครบเวลาการบ่ม ดูด BPW 0.1 มิลลิลิตร ใส่ใน 10 มิลลิลิตรของ RVS broth บ่มที่อุณหภูมิ 41.5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±3 ชั่วโมง และดูด BPW 1 มิลลิลิตรใส่ใน 10 มิลลิลิตรของ MKTTn broth บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เขี่ยเชื้อจากหลอด MKTTn broth และ BVS broth โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ จำนวน 1 ลูป streak ลงบน XLD agar และอีก 1 ลูป streak ลงบน HE อีกชนิด บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±3 ชั่วโมง

4. เลือกโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นเชื้อ *Salmonella* spp. จากอาหาร XLD เลือกโคโลนีมีลักษณะสีชมพู มีสีดำตรงกลางหรือไม่มี และเลือกโคโลนีจากอาหาร HE ที่มีฟ้า หรือฟ้าอมเขียว มีสีดำตรงกลางหรือไม่มี มาทำการทดสอบทางชีวเคมี

5. ทดสอบทางชีวเคมี โดยใช้อาหาร TSI, LIM, Urea แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±3 ชั่วโมง

5.1 อ่านผลลักษณะทางชีวเคมี ดังตารางภาคผนวกที่ ค.4

ตารางภาคผนวกที่ ค.4 ตารางเปรียบเทียบผลการตรวจเชื้อ *Salmonella* spp.

TSI agar slant				LIM			Urea	Citrate
Butt	Slant	H_2S	Gas	lysine	indole	motile		
K	A	+/-	+/-	+	-	+/-	-	+

เมื่อ

การแปรผลใน TSI agar slant

K = Alkaline ปลายหลอด (slant) ของ TSI จะมีสีแดง (ชมพูบานเย็น)

A = Acid ก้นหลอด (butt) ของ TSI จะมีสีเหลือง

H_2S + = ในหลอด TSI จะเกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์

H_2S - = ไม่มีตะกอนสีดำในหลอด TSI เนื่องจากไม่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์

Gas + = มีฟองอากาศดันวุ้นของ TSI เนื่องจากการย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วได้กรดและแก๊ส

Gas - = มีฟองอากาศดันวุ้นของ TSI

การแปรผลใน LIM

Lysine + = อาหารมีสีม่วงทั้งหลอด

Lysine - = อาหารมีสีเหลือง

Indole + = มีสีแดงบนหลอดอาหาร หลังจากหยดน้ำยา KOVAC

Indole - = ไม่เกิดสีแดง หลังจากหยดน้ำยา KOVAC

Motile + = หลอดอาหารขุ่นทั้งหลอด

Motile - = อาหารขุ่นเฉพาะรอยที่ stab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปรผลใน Urea

- ผลลบอาหารไม่เปลี่ยนสี ผลบวกอาหารเปลี่ยนเป็นสีชมพู

การแปรผลใน Urea

- ผลลบอาหารไม่เปลี่ยนสี ผลบวกอาหารเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

ค.8 การวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium perfringens* (FDA-BAM, 2003)

ค.8.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Cooked Meat (CM) medium
2. Modified BHI + egg yolk agar

ค.8.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างอาหารที่เลือกแล้วจากข้อ ค.1 ลงในหลอดอาหาร CM ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางละ 2 ซ้ำ (10^{-1} – 10^{-2})
2. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง
3. หลอดที่มีเชื้อ *C. Perfringens* จะย่อยอาหาร CM จนเปื่อยยุ่ย และเกิดแก๊สดันอาหาร CM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพในตัวอย่างผลไม้อบแห้ง

ง.1 ลำไยอบแห้งสีทอง

ตารางภาคผนวกที่ ง.1 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของลำไยอบแห้งสีทองในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน ในปี พ.ศ.2560

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ไร่ดำรงค์/แพลตตินัม กรุงเทพ	14.67±0.32	0.49±0.00	0.67±0.02	11.60±0.12	6.00±0.00	75.56±3.78
2	Trade mark/เยาวราช กรุงเทพ	13.22±0.12	0.50±0.00	0.49±0.01	11.53±0.12	6.09±0.01	14.88±1.36
3	สกุลทิพย์/ตลาดต้นพะยอม เชียงใหม่	15.46±0.21	0.57±0.00	0.50±0.02	11.73±0.12	6.14±0.01	9.40±0.00
4	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	14.66±0.37	0.64±0.00	0.41±0.01	11.73±0.12	6.35±0.01	11.74±0.00
5	ซันคราวน์/เลมอนฟาร์ม เขตประเวศ กรุงเทพ	14.48±0.32	0.55±0.00	0.60±0.01	12.40±0.00	6.07±0.01	14.09±0.00
6	ฟรุ๊ตมาเนีย/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	16.99±0.47	0.57±0.00	0.45±0.02	12.07±0.12	6.15±0.01	28.97±7.36
7	ต้นเก็ต/สันป่าตอง เชียงใหม่	13.14±0.45	0.52±0.00	0.45±0.01	12.13±0.12	6.27±0.00	44.13±3.26
8	เจฟรุ๊ต/คิงพาวเวอร์ สุวรรณภูมิ สมุทรปราการ	15.20±0.39	0.61±0.00	0.68±0.01	12.00±0.00	5.82±0.00	11.39±0.62
9	มณีรัตน์/เยาวราช กรุงเทพ	12.42±0.10	0.46±0.00	0.54±0.00	11.53±0.12	5.82±0.02	12.81±0.00
10	บ้านลำไย/เมือง ลำพูน	15.49±0.18	0.53±0.00	0.42±0.02	11.93±0.12	6.24±0.02	229.19±12.14

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด,
[d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง,
[f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง.2 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของลำไยอบแห้งสีทองในเขตกรุงเทพฯ และจังหวัดลำพูน ในปี พ.ศ.2561

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ฟิน/ท็อปส์ ลาดกระบัง กรุงเทพ	13.73±0.18	0.63±0.00	0.86±0.01	11.13±0.12	6.19±0.02	10.68±0.00
2	Choice Thai/ท็อปส์ ลาดกระบัง กรุงเทพ	14.40±0.20	0.61±0.00	0.80±0.02	10.60±0.00	6.25±0.00	279.02±4.45
3	บ้านลำไย/ เมือง ลำพูน	19.52±0.25	0.72±0.00	0.45±0.00	11.00±0.00	6.72±0.01	9.96±1.23
4	ไม่ระบุ/ เยาวราช กรุงเทพ	16.39±0.22	0.57±0.00	0.51±0.02	11.13±0.12	6.61±0.04	367.99±5.37
5	ไม่ระบุ/ เยาวราช กรุงเทพ	14.06±0.09	0.53±0.00	0.43±0.01	11.53±0.12	6.52±0.04	444.15±2.47
6	ไม่ระบุ/ เยาวราช กรุงเทพ	13.91±0.17	0.59±0.00	0.50±0.01	12.13±0.00	6.88±0.03	15.66±2.47
7	ไม่ระบุ/ เยาวราช กรุงเทพ	15.84±0.06	0.60±0.00	0.41±0.01	11.73±0.12	6.55±0.01	296.81±5.65
8	ไม่ระบุ/ เยาวราช กรุงเทพ	13.60±0.12	0.57±0.00	0.54±0.01	12.27±0.23	6.74±0.01	428.49±6.52

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.2 มะเขือเทศอบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.3 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของมะเขือเทศอบแห้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	วีฟาร์ม/พาราไดซ์ เขตประเวศ กรุงเทพ	14.28±0.37	0.60±0.00	1.89±0.01	11.33±0.12	3.77±0.01	455.68±22.65
2	WPK/สี่มุมเมือง ปทุมธานี	16.20±0.37	0.58±0.00	1.09±0.01	11.47±0.12	3.45±0.01	1,189.31±10.59
3	คนเมือง/พาราไดซ์ เขตประเวศ กรุงเทพ	24.96±0.79	0.64±0.00	1.27±0.02	9.53±0.12	3.61±0.01	16.44±0.00
4	ไม่ระบุ/ตลาดไท ปทุมธานี	16.07±0.62	0.56±0.00	0.62±0.01	11.07±0.12	3.79±0.01	873.00±38.19
5	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	15.74±0.08	0.57±0.00	1.17±0.01	11.07±0.12	3.42±0.01	887.87±26.47
6	ไม่ระบุ/สี่มุมเมือง ปทุมธานี	17.42±0.14	0.60±0.00	1.09±0.02	11.00±0.00	3.53±0.00	944.24±35.47

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.3 ฝรั่งอบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.4 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของฝรั่งอบแห้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ดอยคำ/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	15.66±0.22	0.65±0.00	1.33±0.03	11.13±0.12	3.99±0.00	151.11±4.89
2	ฮาร์ดเมด/คิงพาวเวอร์ สุวรรณภูมิ สมุทรปราการ	13.50±0.30	0.62±0.00	1.21±0.02	10.93±0.12	3.80±0.00	287.34±7.55
3	ไม่ระบุ/สี่มุมเมือง ปทุมธานี	11.54±0.39	0.56±0.00	0.56±0.00	10.87±0.12	3.59±0.00	281.86±7.05
4	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	10.92±0.03	0.58±0.00	0.72±0.01	11.20±0.00	3.30±0.00	110.40±2.35

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.4 สับปะรดอบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.5 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของสับปะรดอบแห้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	WGM/แพลตตินัม กรุงเทพ	12.02±0.43	0.65±0.01	0.68±0.01	11.47±0.12	3.91±0.01	57.94±1.36
2	วีฟาร์ม/ พาราไดซ์ เขตประเวศ กรุงเทพ	10.08±0.09	0.57±0.00	1.19±0.02	11.87±0.12	3.63±0.01	204.35±4.70
3	ฮาร์ดเมด/ คิงพาวเวอร์ สุวรรณภูมิ สมุทรปราการ	9.14±0.12	0.64±0.00	1.20±0.02	11.60±0.00	3.97±0.01	124.49±6.21
4	คอนเฟตติ/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	10.29±0.53	0.48±0.00	0.94±0.01	11.93±0.12	3.03±0.01	144.06±3.59
5	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	10.63±0.13	0.57±0.00	0.50±0.02	11.47±0.12	3.27±0.02	99.83±3.11
6	ไม่ระบุ/สี่มุมเมือง ปทุมธานี	10.86±0.16	0.54±0.00	0.45±0.01	12.00±0.00	3.50±0.00	53.24±2.71
7	ไม่ระบุ/ตลาดไท ปทุมธานี	9.44±0.60	0.61±0.00	0.74±0.01	11.93±0.12	3.30±0.01	52.46±5.42

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.5 ลูกเกดเหลือง

ตารางภาคผนวกที่ ง.6 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของลูกเกดเหลืองในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเพท	17.46±0.38	0.57±0.00	1.95±0.04	10.67±0.12	3.41±0.01	1,139.98±21.31
2	ไม่ระบุ/ตลาดไท ปทุมธานี	17.56±0.53	0.60±0.00	2.05±0.01	10.93±0.12	3.41±0.01	2,517.20±65.87
3	ฟรุ๊ตมาเนีย/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	14.75±0.22	0.56±0.00	2.21±0.00	11.47±0.12	3.13±0.01	1,017.06±10.76
4	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	19.94±0.33	0.60±0.00	2.25±0.01	11.33±0.12	3.29±0.02	1,879.81±38.22

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.6 ลูกเกดดำ

ตารางภาคผนวกที่ ง.7 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของลูกเกดดำในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	18.42±0.14	0.61±0.00	1.94±0.00	11.00±0.00	3.57±0.01	9.40±0.00
2	ไม่ระบุ/ตลาดไท ปทุมธานี	18.29±0.26	0.58±0.00	2.12±0.02	11.13±0.23	3.64±0.01	11.74±0.00
3	ไม่ระบุ/สี่มุมเมือง ปทุมธานี	20.11±0.15	0.61±0.00	2.11±0.03	11.20±0.00	3.53±0.01	9.40±0.00
4	ซันกิ๊ฟ/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	19.13±0.16	0.56±0.00	2.07±0.03	11.13±0.23	3.75±0.02	16.44±0.00

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.7 มะม่วงอบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.8 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของมะม่วงอบแห้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	10.80±0.55	0.61±0.00	0.55±0.00	10.93±0.12	3.33±0.01	218.44±6.21
2	ไม่ระบุ/สี่มุมเมือง ปทุมธานี	10.09±0.24	0.60±0.00	0.84±0.01	11.33±0.12	3.30±0.00	159.72±4.70
3	ไม่ระบุ/ตลาดไท ปทุมธานี	9.29±0.19	0.60±0.00	0.83±0.01	11.67±0.12	3.32±0.00	187.13±4.89
4	ฮาร์ทเมด/ คิงพาวเวอร์ สุวรรณภูมิ สมุทรปราการ	13.48±0.31	0.62±0.00	0.66±0.01	10.87±0.12	3.14±0.01	173.82±6.21
5	เจฟรู๊ต/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	14.82±0.04	0.70±0.00	2.25±0.06	10.93±0.12	3.74±0.01	95.52±2.71
6	ดอยคำ/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	10.61±0.15	0.57±0.00	1.46±0.01	11.13±0.12	3.39±0.01	122.92±7.55

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.8 มะละกอออบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.9 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของมะละกอออบแห้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ฮาร์ทเมด/คิงพาวเวอร์สุวรรณภูมิสมุทรปราการ	11.03±0.34	0.56±0.00	0.97±0.01	11.73±0.12	3.95±0.01	178.51±7.05
2	ไม่ระบุ/เยาวราชกรุงเทพ	13.09±0.32	0.57±0.00	0.66±0.02	11.87±0.12	3.16±0.01	72.03±2.71
3	ไม่ระบุ/สี่มุมเมืองปทุมธานี	12.77±0.18	0.57±0.00	0.65±0.00	12.00±0.00	3.16±0.00	87.69±2.71

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.9 มะพร้าวอบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.10 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของมะพร้าวอบแห้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	เจฟรู๊ต/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	9.92±0.23	0.81±0.00	0.11±0.01	9.27±0.23	6.12±0.00	770.43±11.74
2	เบเนฟรู๊ต/พาราไดซ์ เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	10.32±0.35	0.70±0.00	0.07±0.01	7.67±0.12	4.67±0.01	215.31±6.78
3	Viva/เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	11.91±0.31	0.72±0.00	0.26±0.00	7.73±0.12	3.69±0.01	57.81±3.59

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.10 แอปริคอตอบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.11 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของแอปริคอตอบแห้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	Nature's Delight /เทสโก้ เขตประเวศ กรุงเทพ	29.38±0.16	0.74±0.00	1.68±0.04	9.53±0.12	3.93±0.01	1,757.74±75.91
2	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	16.05±0.19	0.62±0.00	1.10±0.03	10.67±0.12	4.91±0.02	8,852.88±268.36
3	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	17.54±0.22	0.61±0.00	1.54±0.02	11.00±0.00	4.50±0.02	8,295.77±304.74

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง.11 ลูกชิดอบแห้ง

ตารางภาคผนวกที่ ง.12 คุณภาพทางเคมี และกายภาพของลูกชิดอบแห้งในเขตกรุงเทพฯ ปริมณฑล

ตัวอย่างที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	%MC[a]	Aw[b]	%TA[c]	TSS[d](°Brix)	pH[e]	SO_2[f] (ppm)
1	ไม่ระบุ/สี่มุมเมือง ปทุมธานี	46.23±1.38	0.91±0.00	1.68±0.04	9.53±0.12	3.93±0.01	7,594.67±133.56
2	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	40.92±0.25	0.92±0.00	0.29±0.01	7.13±0.12	5.25±0.02	4,949.35±111.04
3	ไม่ระบุ/เยาวราช กรุงเทพ	42.11±0.31	0.92±0.00	0.31±0.00	6.87±0.12	5.55±0.01	4,882.65±131.96

หมายเหตุ : [a]MC = ความชื้น, [b]Aw = ปริมาณน้ำอิสระ, [c]TA = ปริมาณกรดทั้งหมด, [d]TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, [e]pH = ความเป็นกรดด่าง, [f]SO_2 = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

วิธีการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้ง

จ.1 การใช้เตาไมโครเวฟ

รูปที่ จ.1 เตาไมโครเวฟ

รูปที่ จ.2 นำลำไยอบแห้งเข้าเตาไมโครเวฟ

จ.2 การใช้ลมร้อน (อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที, 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง และ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที)

รูปที่ จ.3 ตู้อบลมร้อน (รุ่น DRYO54 ยี่ห้อ Slimcell)

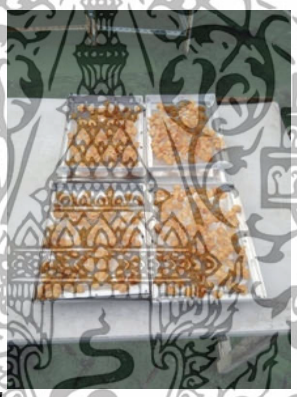
รูปที่ จ.4 นำลำไยอบแห้งเข้าตู้อบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.3 การลวกน้ำร้อน

รูปที่ จ.5 การลวกลำไยอบแห้งในน้ำร้อน

จ.4 การตากแดด



รูปที่ จ.6 การตากแดดลำไยอบแห้ง

จ.5 ตู้อบแห้งแบบถาด (Tray dryer) (บริษัท อิเล็คตริค เซอร์วิส ดีไวซ์, ประเทศไทย)

รูปที่ จ.7 ตู้อบแห้งแบบถาด (Tray dryer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวสิริภรณ์ สมประสงค์

วัน เดือน ปีเกิด 24 สิงหาคม 2532

ที่อยู่ 149/6 หมู่ 8 ซอยบุญปลูก ตำบลรอบเมือง อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี 25000

E-mail nam-besta@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

2555 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร

2561 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ.2555-2557 ตำแหน่ง QA Supervisor บริษัทเบสต้า อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

การนำเสนอผลงาน

Somprasong, S., A. Swetwiwathana, W. Sripochanart and A. Jindaprasert. 2018. **Survey of quality and food safety in dried fruits in Bangkok Metropolitan Region, Thailand.** In Proceedings of 20th Food Innovation Asia Conference 2018 (FIAC 2018) Creative Food for Future and Sustainability, pp 450- 457. June 14–16, 2018, Bangkok, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้