



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบ

สำหรับอาหารผู้สูงอายุ

Reduction of sulfur dioxide content in dried longan flesh as raw material

for older-people food

ประเภททุนงบประมาณเงินรายได้รหัสโครงการ 2560-01-07004

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผศ. ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ

ผู้ร่วมวิจัย

นางสาวสิริภรณ์ สมประสงค์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอาหารผู้สูงอายุ
แหล่งทุน	งบประมาณเงินรายได้ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
ประจำปีงบประมาณ	2560 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 90,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560
ผู้รับผิดชอบโครงการวิจัย	ผศ.ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ หัวหน้าโครงการวิจัย นางสาวสิริภรณ์ สมประสงค์ ผู้ร่วมวิจัย คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิต การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง และศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคเครื่องดื่มชูกำลังจากลำไยอบแห้ง จากการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง พบว่าเมื่อนำเนื้อลำไยสดแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.3% (w/v) นาน 5 นาที อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 12-15 ชั่วโมง ได้เนื้อลำไยอบแห้งที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 12.49-15.19% และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 662.66-711.42 ppm ตามลำดับ 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 และสิ่งแปลกปลอมในลำไยอบแห้งสีทอง จำนวน 18 ตัวอย่าง จากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ ปริมาณผล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูนในปี พ.ศ.2560 (10 ตัวอย่าง) และ พ.ศ.2561 (8 ตัวอย่าง) พบว่าลำไยอบแห้งสีทองมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 12.42-16.99% และ 13.60-19.52% ตามลำดับ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่าอยู่ในช่วง 9.40-229.19 ppm และ 9.96-444.15 ppm ตามลำดับ ซึ่งซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่พบในลำไยอบแห้งสีทองมีปริมาณไม่เกินมาตรฐานกำหนด แต่มีค่าเกินค่าความปลอดภัยต่อผู้บริโภคที่ 10 ppm จำนวน 16 ตัวอย่าง (88.89%) ซึ่งมาจากตลาดที่ไม่ระบุแหล่งผลิต เมื่อทำการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง โดยวิธีการใช้เตาไมโครเวฟ การใช้ลมร้อน การลวก และการตากแดด พบว่าการใช้ไมโครเวฟ ไม่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงได้ การลวกลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์แต่ทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ขณะที่การใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไซด์ได้ 84.12 ppm คิดเป็น 21.27% และการตากแดดนาน 4 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 39.75 ppm คิดเป็น 10.05% ตามลำดับ โดยที่คุณภาพของลำไยอบแห้งที่ได้ใกล้เคียงกับชุดควบคุม จากนั้นนำลำไยอบแห้งสีทองมาใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมผลิตภัณฑ์ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ พบว่า ชาลำไยผสมกรดซิตริกที่มีอัตราส่วน 10:0.125 กรัม ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป มากที่สุด ไม่พบการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่มจากชาลำไย จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ผลิต และที่มีการจำหน่าย พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ.2561 อย่างไรก็ตามการบริโภคลำไยอบแห้งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้โดยเฉพาะผู้บริโภคที่ไว และแพ้สารซัลไฟต์ ดังนั้นการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคปลอดภัยจากการได้รับปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

คำสำคัญ: ลำไยอบแห้ง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ความปลอดภัย ชาลำไย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Reduction of sulfur dioxide content in dried longan flesh as raw material for older-people food

Researcher: Assist. Prof. Dr. Aphacha Jindaprasert

Co-researcher: Miss Siriporn Somprasong

Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

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% (w/v) potassium metabisulfite, and heated at 60°C for 12-15 hours to produce dried longan in laboratory. It was found that moisture content of dried longans in the range of 12.49-15.19% and sulfur dioxide content in the range of 662.66-711.42 ppm, respectively. 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 (SO₂) content were 22.77 ppm, respectively. The quality and food safety of 18 dried longan samples were collected from various markets and retailers in Bangkok and Metropolitan Region, Chaing Mai and Lumphun in the year 2017 (10 samples) and 2018 (8 samples). Moisture content was found in the range of 12.42-16.99% and 13.60-19.52%. SO₂ content, detected in the range of 9.40-229.19 ppm. and 9.96-444.15 ppm., were not exceeded the permitted level. The results showed that 16 samples (88.89%) from local market without manufacturers detected SO₂ content exceeded safety standard at 10 ppm. Reduction of SO₂ 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 SO₂ content but hot water dipping reduced SO₂ content in dried longan and product has high moisture content. Hot air oven at 90°C, 30 minutes and sun drying could decrease SO₂ 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 added citric acid for older-people and studied consumer safety after drinking tea. Consumers, over 40 year olds, accepted dried longan tea added citric acid in the ratio of 10:0.125 g and SO₂ content was not detected in dried longan tea drink. The finding of this research showed that SO₂ 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, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

Keywords: Dried longan, Sulfur dioxide, Desulfiting, Safety, Dried longan tea



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560

ขอขอบพระคุณ ทุนสนับสนุนการเสนอผลงานทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้การสนับสนุนทุนการนำเสนอผลงานวิจัยของนางสาว สิริภรณ์ สมประสงค์ ปีงบประมาณ 2560

ขอขอบพระคุณ ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน ที่ได้ให้ข้อมูลกระบวนการผลิตและอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง จนงานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจในการทำวิจัยนี้มาตลอดสุดท้ายนี้ขอขอบคุณกำลังใจจากครอบครัวที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อพัชชา จินดาประเสริฐ
สิริภรณ์ สมประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ลำไย.....	4
2.2 ลำไยอบแห้งสีทอง.....	5
2.3 ซัลไฟต์.....	9
2.4 ชาสมุนไพรร.....	21
2.5 กรดในผลไม้.....	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย.....	25
3.1 วัตถุประสงค์.....	25
3.2 สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	25
3.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือ.....	27
3.4 ขั้นตอน และวิธีการวิจัย.....	29
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	38
4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง.....	38
4.2 คุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง.....	49
4.3 การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง.....	53
4.4 การเตรียมชาลำไยจากเนื้อลำไยอบแห้งและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ.....	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	67
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	67
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	68
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย.....	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก ก.....	77
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ.....	78
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....	81
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา.....	86
ภาคผนวก ง แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส.....	94
สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย.....	95
ประวัติผู้เขียน.....	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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
2.6 วิธีการและสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร.....	20
3.1 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพของลำไยสด สารละลายโซเดียม เมตาไบซัลไฟต์ ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้งสีทอง.....	31
3.2 วิธีการมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง.....	32
4.1 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และความชื้นของลำไยในระหว่างการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง.....	39
4.2 คุณภาพทางด้านสี และลักษณะปรากฏของลำไยสด ลำไยระหว่าง กระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง.....	46
4.3 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของลำไยสด ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง.....	47
4.4 ความเป็นกรดค้าง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำประปา สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อน และหลังแช่เนื้อลำไย.....	47
4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการ การผลิตลำไยอบแห้งสีทอง.....	48
4.6 ชนิด และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง.....	44
4.7 ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรดค้างในผลไม้อบแห้ง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในลำไยอบแห้งสีทองในปี พ.ศ. 2560 (แสดงค่าเฉลี่ย \pm SD).....	46
4.8 ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรดค้างในผลไม้อบแห้ง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในลำไยอบแห้งสีทองในปี พ.ศ. 2561 (แสดงค่าเฉลี่ย \pm SD).....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ.....	55
4.10 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (%SO ₂) ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ.....	56
4.11 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ลมร้อน และการตากแดด.....	58
4.12 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (%SO ₂) ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการ ใช้ลมร้อน และการตากแดด.....	59
4.13 คุณภาพของชาลำไย และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องคั่วชาลำไย และเนื้อชาลำไยหลังแช่น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที.....	61
4.14 ลักษณะของชาลำไย และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาลำไย ผสมกรดทั้ง 3 สูตร.....	62
4.15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาลำไยผสมกรดซิตริกทั้ง 4 สูตร.....	63
4.16 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของชาลำไยชุดควบคุม และชาลำไยผสมกรดซิตริก.....	65
4.17 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของน้ำชาลำไยชุดควบคุม และน้ำชาลำไยผสมกรดซิตริก.....	65
4.18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาลำไยชุดควบคุมและน้ำชาลำไย ผสมกรดซิตริก.....	66
4.19 ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในชาลำไยชุดควบคุม และชาลำไยผสมกรดซิตริก.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนผังกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง.....	6
2.2 ประเภทซัลไฟต์อิสระที่ความเป็นกรดต่างกัน.....	9
2.3 โครงสร้างทางเคมีของซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	10
2.4 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์.....	10
2.5 โครงสร้างทางเคมีของโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์.....	10
2.6 ปฏิกริยาการหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	14
3.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ.....	29
4.1 ลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลา 6 (ก), 9 (ข), 12 (ค) และ 15 (ง) ชั่วโมง.....	38
4.2 สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทองห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน (ก) สถานที่เตรียมลำไยก่อนการอบ (ข) และห้องอบลำไย (ค).....	40
4.3 แผนผังกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง.....	41
4.4 การเตรียมวัตถุดิบ ลำไยพันธุ์อีดอ (ก) การควั่นเมล็ดลำไย (ข) และการล้างน้ำประปา (ค).....	42
4.5 การแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ก) และจุ่มเนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ข).....	42
4.6 การอบลำไย เรียงเนื้อลำไยบนตะแกรง (ก) เตาอบแบบใช้แก๊สหุงต้ม (ข) และการสลับตะแกรง และหมุนรถเข็น (ค).....	43
4.7 ลักษณะลำไยอบแห้งสีทอง ลำไยระหว่างอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ก) และการผึ่งลำไยที่อุณหภูมิห้อง (ข).....	44
4.8 เส้นผมในลำไยอบแห้งสีทอง (ก), ชิ้นส่วนผลไม้ในลำไยอบแห้งสีทอง (ข, ค) และวัตถุแข็งในลำไยอบแห้งสีทอง (ง).....	53
4.9 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วย วิธีการใช้ไมโครเวฟ (ข), การใช้ลมร้อนที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ค), การใช้ลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง (ง) และการลวกน้ำร้อน (จ).....	56
4.10 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการใช้ลมร้อน 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที (ข) และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง (ค).....	59
4.11 วัตถุดิบลำไยอบแห้งสีทอง (ก), ซาลำไยก่อนอบ (ข), ซาลำไยหลังอบ (ค), ซาลำไยหลังลดขนาด (ง) และซาลำไยบรรจุซองชา (จ).....	60
4.12 ซาลำไยชุดควบคุม (ก) และชาที่มีอัตราส่วนซาลำไย:กรดซิตริก (กรัม:กรัม) 10:0.125 (ข).....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และความสำคัญของปัญหา

ผู้สูงอายุ หมายถึง บุคคลที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป ซึ่งประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 โดยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุต่อจำนวนประชากรทั้งหมดประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ (%) และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นทุกปี (รศรินทร์ เกรย์ และคณะ, 2556) อีกทั้งผู้สูงอายุยังเป็นวัยที่ร่างกายเกิดการเสื่อมสลายมากกว่าการเสริมสร้างร่างกาย ระบบการทำงานภายในร่างกายมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นอาหารที่เหมาะสมจึงควรมีคุณค่าทางสารอาหารที่หลากหลาย (สุพัตรา แสงรุจิ, 2555) เพื่อให้ร่างกายผู้สูงอายุสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสม ควรทานอาหารที่มีโปรตีนที่มากเพื่อช่วยซ่อมแซมร่างกายส่วนที่สึกหรอ รวมถึงแคลเซียม เหล็ก และวิตามิน เนื่องจากสารอาหารเหล่านี้ช่วยให้กระดูกแข็งแรง (ศูนย์วิจัยสุขภาพกรุงเทพ, 2557)

ลำไยอบแห้งในตำรับยาแผนโบราณจีน ถือว่าเป็นยาบำรุงร่างกาย มีสรรพคุณบำรุงหัวใจ บำรุงสมอง ช่วยย่อย บำรุงกำลังและม้าม (ศรีสุข อาษา, 2553) ชาวจีนนิยมบริโภคลำไยอบแห้งเป็นของกินเล่นหรือผสมดื่มในน้ำชา (दनัยรัชฎ พงษ์พัชรารชเทพ, 2557) เนื้อลำไยอบแห้ง พบว่า มีคาร์โบไฮเดรตถึง 72.7% เส้นใย 1.6% แคลเซียม 27.7 (มิลลิกรัม/100 กรัม) วิตามินซี 137.8 (มิลลิกรัม/100 กรัม) ฟอสฟอรัส 159.9 (มิลลิกรัม/100 กรัม) และเหล็ก 2.39 (มิลลิกรัม/100 กรัม) เนื้อลำไยแห้งยังมีเกลือแร่ที่มีประโยชน์ที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย เช่น ทองแดง สังกะสี แมงกานีส เป็นต้น (พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ, 2542) สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบอาหารและแปรรูปได้หลากหลาย เช่น ใ้ก่ตุ๋นลำไยอบแห้ง ข้าวต้ม น้ำลำไย ข้าวเหนียวเปียกลำไยอบแห้ง น้ำลำไย น้ำจืดต้มลำไย เต้าทึงน้ำลำไย น้ำตาลลำไย เค้กและลูกกึ่งลำไย เป็นต้น ลำไยสามารถเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้แกร่างกาย โดยการเพิ่มแอนติบอดีในร่างกาย (Yi และคณะ, 2011) ยับยั้งการเกิดเนื้องอกในหนูทดลอง (Dembitsky และคณะ, 2011) อาการนอนไม่หลับ เวียนศีรษะ เกิดภาวะหลงลืม (Wing, 2001)

สารกลุ่มซัลไฟด์จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหารได้ และเป็นสารก่อภูมิแพ้ อาการที่ปรากฏได้แก่ การเกิดลมพิษ การบวม และภูมิแพ้เฉียบพลันที่อาจถึงแก่ชีวิตได้ ในต่างประเทศ กำหนดให้มีการระบุสารซัลไฟด์บนฉลากหากมีปริมาณเกิน 10 ppm (กระทรวงสาธารณสุข, 2560 และ คารณิ หมู่จรงพันธ์, 2552) กำหนดค่าระดับที่ยอมรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) หรือระดับที่ยอมรับได้ต่อวันของสารกลุ่มซัลไฟด์ที่ 0-0.7 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักผู้บริโภคนัก 1 กิโลกรัม (WHO, 2000) รายงานการประเมินการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์-ซัลไฟด์ที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารอยู่ใน

ช่วง 0.23-2.21 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักผู้บริโภคน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ในทุกกลุ่มประชากร และในผู้สูงอายุพบอยู่ในช่วง 0.37-0.97 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักผู้บริโภคน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ซึ่งกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองมีการใช้สารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์แช่เนื้อลำไยก่อนนำไปอบเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 389 พ.ศ. 2561 อนุญาตให้พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างสูงสุดในผลไม้อบแห้งได้ไม่เกิน 500 ppm (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) จากรายงานการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างในลำไยอบแห้งสีทอง โดยกรมวิชาการเกษตร (2550) ในปี พ.ศ.2549 พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงถึง 130 ppm และ พ.ศ.2550 พบการตกค้างตั้งแต่ 10-98 ppm ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด แต่การบริโภคลำไยอบแห้งสีทองที่มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 10 ppm อาจมีความเสี่ยงที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดอาการแพ้และมีผลกระทบต่อสุขภาพได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง โดยคำนึงถึงคุณภาพและอายุการเก็บรักษา จากนั้นนำเนื้อลำไยอบแห้งมาใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมชาลำไยเนื้อลำไยอบแห้ง ซึ่งเป็นอาหารต้นแบบจากเนื้อลำไยอบแห้งสำหรับผู้สูงอายุต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับปฏิบัติการและสถานประกอบการ
- 1.2.2 เพื่อสำรวจคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง
- 1.2.3 เพื่อศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้ง
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการเตรียมชาลำไยจากเนื้อลำไยอบแห้งผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษากระบวนการผลิตปริมาณการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์และการเปลี่ยนแปลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับปฏิบัติการและจากสถานประกอบการ ทำการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยอบแห้ง ศึกษาวิธีการต่างๆในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้ง ได้แก่ การใช้เตาไมโครเวฟ การใช้ลมร้อนการตากและการตากแดด โดยทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างและร้อยละน้ำหนักที่หาย (%weight loss) ของลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์เปรียบเทียบกับคุณภาพของลำไยอบแห้งเริ่มต้น และมาตรฐานลำไยอบแห้งสีทอง มกอช.8-2549 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549) จากนั้นนำเนื้อลำไยอบแห้งมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำไย ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชา วิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในขั้นตอนการเตรียมชานำชาลำไยมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ และนำมาทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคผู้สูงอายุ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระหว่างกระบวนการผลิตลำไยอบแห้ง

1.4.2 ทราบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งสีทอง

1.4.3 ทราบวิธีการที่เหมาะสมในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

1.4.4 ได้ผลิตภัณฑ์ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ และทราบความปลอดภัยในการบริโภคชาลำไยจากลำไยอบแห้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 แพร่หลายในหลายประเทศทั้ง จีน อินเดีย ศรีลังกา พม่า และไทย โดยในประเทศไทยเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากในแถบจังหวัดทางภาคเหนือทั้งเชียงใหม่ และลำพูน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) สายพันธุ์ลำไยที่นิยมปลูกในไทย ได้แก่ อีค้อ, สีชมพู, เบี้ยวเขียว, พันธุ์แดง เป็นต้น (พาวิน มะโนชัย, 2543)

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

2.1.2 คุณค่าทางโภชนาการของลำไย

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ (2542) ได้ระบุถึงคุณประโยชน์ของลำไยไว้ คำรับยาแผนโบราณจีนถือว่าเนื้อลำไยเป็นตัวยาชนิดหนึ่งสามารถทำให้สุขภาพแข็งแรงได้ โดยมีสรรพคุณบำรุงหัวใจ บำรุงสมอง และม้าม โดยเฉพาะผู้ที่มีความสุขอ่อนแอ สตรีหลังคลอดบุตร และสตรีที่เสียเลือดขณะมีประจำเดือนควรรับประทานเป็นอย่างยิ่ง แต่ทั้งนี้เนื่องจากการทานลำไยมีผลทำให้เกิดการร้อนใน ดังนั้นผู้ที่ร้อนในได้ง่ายจึงไม่ควรรับประทาน

นอกจากนี้ในเนื้อลำไยสดยังมีน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโทส 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

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
กรดแพนโทนิค (mg/100 g)	-	0.57
วิตามินบี 2 (mg/100 g)	-	0.375

ที่มา : ดัดแปลงจากพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ (2542)

2.2 ลำไยอบแห้งสีทอง

ลำไยอบแห้งสีทอง หรือลำไยสดอบแห้ง เป็นหนึ่งในสินค้าเกษตรที่ได้จากการแปรรูปลำไยสดด้วยวิธีการอบด้วยความร้อน ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 8-2549) ระบุว่า เนื้อลำไยอบแห้งสีทองทุกชั้นคุณภาพมีสีเหลืองตั้งแต่เหลืองอ่อน เหลืองทอง จนถึงเหลืองเข้ม มีกลิ่นหอมเฉพาะของเนื้อลำไย ไม่มีรสเปรี้ยว มีลักษณะแห้ง ไม่เหนียวติดมือ

2.2.1 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

กรมวิชาการเกษตร (2547, 2555) ได้แนะนำขั้นตอนกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2547, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิต

1. คัดเลือกเนื้อลำไยที่เหมาะสมคือ มีเนื้อหนา สีขาวใส มีคุณภาพดี ไม่น่า สามารถใช้ ลำไยได้ทุกสายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ พันธุ์อีดอ
2. คว้านเมล็ดออก อย่าให้หัวสีน้ำตาลเหลืองติดกับเนื้อ จากนั้นล้างน้ำให้สะอาด
3. แช่เนื้อลำไยในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.1 หรือ 0.3% โดยการ เตรียมน้ำสะอาด 10 ลิตร กับสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 10 หรือ 30 กรัม สามารถแช่เนื้อลำไยได้ 10-15 กิโลกรัม นาน 5-10 นาที เพื่อป้องกันการเปลี่ยนเป็น สีน้ำตาล และการเกิดราหลังการอบ
4. ผึ่ง หรือเป่าลมลำไยให้พอหมาด จากนั้นเรียงเนื้อลำไยในตะแกรงให้สม่ำเสมอ ปล่อยให้เนื้อลำไยวางซ้อนกัน
5. อบเนื้อลำไยที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ติดต่อกันนาน 12-15 ชั่วโมง จนเนื้อ ลำไยมีความชื้นเหลือ 11-13% ไม่ควรใช้อุณหภูมิในการอบเกิน 70 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้เนื้อลำไยมีสีน้ำตาล หรือสีเข้ม เครื่องอบที่มีการกระจายความร้อนไม่ สม่ำเสมอให้หมุนพลิกเนื้อลำไยเพื่อให้ความชื้นในเนื้อใกล้เคียงกัน
6. เนื้อลำไยที่อบได้ที่ให้เป่าลมเย็น หรือทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปบรรจุในภาชนะบรรจุ ปิดสนิท
7. เนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทที่ดี และเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 4-10 องศา เซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6-9 เดือน

2.2.2 มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับลำไยอบแห้งสีทอง

2.2.2.1 มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ.2549 เรื่องเนื้อลำไยสด อบแห้ง

คุณภาพทั่วไป

1) เนื้อลำไยสดอบแห้งทุกชั้นคุณภาพ มีสีเหลืองตั้งแต่สีเหลืองอ่อน เหลืองทอง จนถึง เหลืองทองเข้ม ในบรรจุภัณฑ์เดียวกันต้องมีสีสม่ำเสมอ มีกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสตามลักษณะของ ผลิตภัณฑ์ มีลักษณะแห้ง ไม่เหนียวติดมือ ไม่มีรสเปรี้ยว มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของเนื้อลำไยสดอบแห้ง ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม รสชาติไม่ผิดปกติ และไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น แมลง ชิ้นส่วนของแมลง ขนสัตว์ ดิน ทราย เศษโลหะ

2) ความชื้นไม่ต่ำกว่า 12% และไม่เกิน 18%

3) ปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.6

4) ความเป็นกรดต่าง (pH) ไม่ต่ำกว่า 6.2

5) เกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ของลำไยอบแห้งสีทอง แสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. <i>S. aureus</i> (cfu/g)	<10	<10
5. <i>C. perfringens</i> (cfu/g)	<10	-
6. <i>Salmonella</i> spp. (ใน 25 g)	ไม่พบ	ไม่พบ
7. <i>E. coli</i> (MPN/g)	<3	<3

หมายเหตุ : *มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2549 เรื่องเนื้อลำไยสดอบแห้ง

**ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2560 เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร
- คือ ไม่ระบุ

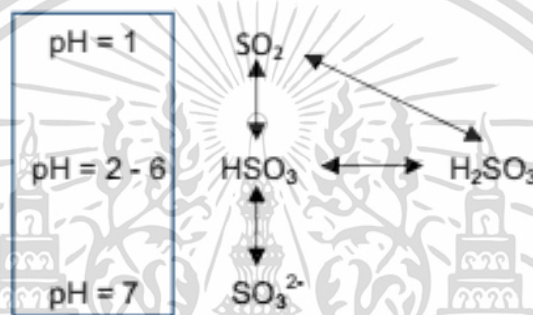
นอกจากลำไยอบแห้งสีทองแล้ว ลำไยอบแห้งทั้งเปลือกก็เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้จากการแปรรูปลำไยสด โดยสำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ (มปป.) ได้แนะนำวิธีการผลิตลำไยอบแห้งทั้งเปลือกให้เปลือกลำไยสวย 2 วิธี คือ การแช่ผลลำไยที่ผ่านการลวกในสารละลายโพแทสเซียมหรือโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.5% นาน 10-15 นาที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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ซัลไฟต์

2.3.1 สารประกอบซัลไฟต์

ซัลไฟต์เป็นชื่อที่ใช้เรียกทั่วไปของสารที่มีไอออนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2), ไบซัลไฟต์ (bisulfate, HSO_3^-), ซัลไฟต์ (bisulfite, SO_3^{2-}), และเมตาไบซัลไฟต์ (metabisulfite, $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$) โดยความเข้มข้นของปริมาณของซัลไฟต์อิสระที่อยู่ในรูปของ HSO_3^- , SO_3^{2-} , และกรดซัลฟูรัส (sulfurous acid, H_2SO_3) จะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดของสารละลาย ดังรูปที่ 2.2 โดยเป็นสารที่นิยมใช้เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกันอย่างแพร่หลาย และฟอกสีผลิตภัณฑ์ ลักษณะทั่วไปเป็นของแข็งและละลายได้ในน้ำ (Mega และ Tu, 1994)



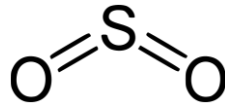
รูปที่ 2.2 ประเภทซัลไฟต์อิสระที่ความเป็นกรดต่างกัน
ที่มา : Garcia-Fuentes และคณะ (2015)

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 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, INS 223), โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$, INS 224), โพแทสเซียมซัลไฟต์ (K_2SO_3 , INS 225) และโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, INS 539) เป็นต้น สารกลุ่มนี้ได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 389 (2561) และตามมาตรฐานโคเด็กซ์ ฉบับที่ 192 (1995)

2.3.2.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide, SO_2) หรืออีกชื่อ กรดซัลฟูรัสแอนไฮไดรด์ 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) เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดฝนกรด พบได้ในอากาศซึ่งมาจากการเผาไหม้ของน้ำมัน หรือการระเบิดของภูเขาไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ที่มา : Ashar (2016)

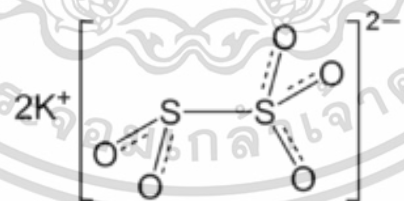
2.3.2.2 โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (Sodium metabisulfite, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) โครงสร้างทางเคมีดังรูปที่ 2.4 อยู่ในรูปของแข็งผลึกหรือผงสีขาว มีกลิ่นฉุน มีความเป็นพิษ มีกลิ่นกรดทำให้แสบจมูก มีน้ำหนักโมเลกุล 190.11 จุดหลอมเหลวมากกว่า 300 องศาเซลเซียส ละลายได้ในน้ำ และเอทานอลเล็กน้อย



รูปที่ 2.4 โครงสร้างทางเคมีของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์ (2561)

2.3.2.3 โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (Potassium metabisulfite, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 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)

2.3.3 การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2. ยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ขึ้นอยู่กับเอนไซม์ โดยมักเกิดในผัก และผลไม้ที่บริเวณ ผิวหน้าที่สัมผัสกับออกซิเจน เนื่องจากเนื้อเยื่อบริเวณนั้นถูกทำลายจากแรงที่กระทำ เช่น การหั่น การฉีก การปลอก เป็นต้น โดยซัลไฟต์ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในกลุ่มโพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ไม่ให้เปลี่ยนไปเป็นสารมีสีกลุ่มโอ-ควิโนน (o-quinone) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับ กรดอะมิโน หรือ โปรตีน ได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ขนาดใหญ่มีสีน้ำตาล (นิธิยา รัตนานนท์, 2549 และ Kim, 1995)

2.3.4 ผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เนื่องจากสารในกลุ่มซัลไฟต์สามารถถูกขับออกจากร่างกายได้หากได้รับในปริมาณไม่มาก โดยร่างกายจะทำการออกซิไดซ์อยู่ในรูปของซัลเฟต (SO_4^{2-}) และขับออกมาทางปัสสาวะ จากงานวิจัยใน หนู พบว่าหากได้รับในปริมาณที่มากถึง 62 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว โครงสร้างร่างกายของหนูเปลี่ยนไป เช่น อวัยวะภายใน ตา และร่างกายหยุดการเจริญเติบโต และมีผลต่อการยับยั้งวิตามินบี 1 (Thiamine) (Mega และ Tu, 1994) นอกจากนี้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เป็นของเหลวยังสามารถทำให้ผิวหนังไหม้ได้ หากสัมผัสโดยตรง ซึ่งเป็นผลจากการได้รับความเย็นในระดับแช่เยือกแข็ง (freezing) ของของเหลวต่อ ผิวหนัง (สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยา, 2555) ยิ่งกว่านั้นสารในกลุ่มซัลไฟต์สามารถละลายได้ ในน้ำ และระเหยได้เมื่อได้รับความร้อนกลายเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จึงมีผลทำให้เกิดอาการระคาย เคืองต่อตา ล้าคอ และระบบทางเดินหายใจ โดยที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 8 ppm ขึ้นไป ทำให้เกิดการระคาย เคืองต่อระบบทางเดินหายใจ และที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 20 ppm ขึ้นไป ทำให้ตาเกิดการระคายเคือง (พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และคณะ, 2542) อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อผู้ที่ เป็นโรคหอบหืด หรือผู้ที่แพ้สารใน กลุ่มนี้อย่างรุนแรงแม้ได้รับในปริมาณที่น้อย จากรายงานขององค์การอาหารและยาในสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration, FDA) พบว่า ประชากรในกลุ่มผู้ป่วยโรคหอบหืดมีอัตราการแพ้สาร กลุ่มซัลไฟต์จำนวน 5% และผู้ที่ไม่เป็นโรคหอบหืด 1% (Grotheer และคณะ, 2014)

2.3.5 ข้อกำหนดปริมาณการใช้สารซัลไฟต์ในอาหาร

ในปี ค.ศ. 1998 คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญร่วมวัตถุเจือปนอาหาร หรือ Joint Expert Committee for Food Additives (JECFA) ได้กำหนดค่าระดับที่ยอมรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) ของ สารกลุ่มซัลไฟต์ที่ 0-0.7 มิลลิกรัมต่อวันต่อน้ำหนักตัวผู้บริโภค 1 กิโลกรัม (WHO, 2000) ยูเพเรศ เอื้อตรง จิตต์ และคณะ (2549) ได้อธิบายปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารที่เกินค่า ADI กำหนดคือ 400 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร อนุญาตให้มีการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์ในอาหารประเภทต่างๆ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การอนุญาตให้ใช้สารซัลไฟต์ในอาหารประเภทต่างๆ

ชนิดอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาต (ppm)
ผลไม้แช่เยือกแข็ง	500
ผลไม้แห้ง	500
แอปริคอตอบแห้ง	2,000
ลูกเกดฟอกสี	1,500
เนื้อมะพร้าวคุดฝอยอบแห้ง	200
แฮม เยลลี่ และมาร์มาเลต	100
ผลไม้หมักดอง	100
ผัก สาระยาคทะเล นัทและเมล็ดที่แห้ง	500
น้ำเชื่อมและไซรัป	70
น้ำตาลทรายขาวชนิดละเอียด	20
น้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผักเข้มข้น	50
ไวน์องุ่น	350

ที่มา: คัดแปลงจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 (2561) เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร

และประกาศห้ามใช้สารในกลุ่มซัลไฟต์ทั้งหมดในพืชผักผลไม้ที่รับประทานโดยไม่ผ่านความร้อน และอนุญาตให้ใช้ในพืชผักผลไม้ที่อบแห้งได้ไม่เกิน 500 ppm ทั้งนี้เว้นแต่ได้มีการระบุปริมาณเฉพาะไว้แล้ว

นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดการอนุญาตให้มีการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผัก และผลไม้ของประเทศต่างๆ ดังตารางที่ 2.4 ซึ่งแสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดที่ยอมให้ตรวจพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าแต่ละประเทศมีความเข้มงวดเรื่องซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างเป็นอย่างมาก โดยในบางประเทศ ได้แก่ สิงคโปร์ และฮ่องกง ไม่นุญาตให้ตรวจพบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อผลไม้สดเลย

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)

2.3.7 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารมีหลายวิธี เช่น Modified Rankine's method (ยูพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และคณะ, 2549), การใช้โครมาโตกราฟี (Chromatography) (Ni, 2015), ไอโอโดเมตริกไทเตรชัน (iodometric titration) (Ferguson, 1917), เทอร์บิดิเมทรี (turbidimetry) (Cihacek และคณะ, 2015), วิธีฟลิวอินเจกชัน (flow injection) (Arajo และคณะ, 1998), Monier-William method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไซด์ในปริมาณตั้งแต่ 10-98 ppm จากผู้ประกอบการจำนวน 3 ใน 8 ราย ซึ่งประเทศไทยอนุญาตให้พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยได้ไม่เกิน 500 ppm

กรมวิชาการเกษตร (2558) ได้รับการแจ้งเตือนจากประเทศจีนเรื่องลำไยสดของไทยที่ส่งไปขาย มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยเกิน 50 ppm ในปี พ.ศ.2556 ทางกรจีนจึงได้ระงับการส่งออกผู้ส่งออกของไทย 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 ซึ่งปริมาณการตกค้างสูงสุดของสารกลุ่มซัลไฟต์ในผักและผลไม้แห้งได้ คือต้องไม่เกิน 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 พบว่าเครื่องดื่มพบปริมาณการตกค้าง 0.89-3.84 ppm และน้ำผลไม้พบปริมาณตกค้าง 4.88-8.91 ppm และยังตรวจพบการตกค้างในเครื่องดื่มต่างๆ เช่น กาแฟ โอเลี้ยง อีกด้วยโดยมีค่าประมาณ 1-3 ppm นอกจากนี้ในอาหารประเภทกระป๋องพบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถึง 61% โดยในน้ำตาลสดจากจันทน์ น้ำกะทิ น้ำมะพร้าว แห้วในน้ำ และเห็ดเป่าสีอินน้ำเกลือ พบการตกค้างสูงสุด 182.41, 64.06, 48.05, 34.75 และ 25.40 ppm ตามลำดับ ในเนื้อผลไม้สดยังพบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยสดตามตลาด ลำไยสดรมควันที่ผ่านการเก็บรักษาที่ 0-21 วัน และลิ้นจี่สดที่ 238.05, 64.89 และ 61.03 ppm ตามลำดับ ในผักผลไม้อบแห้งพบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้ง 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 พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำผลไม้สดคั่วช น้ำมะนาว และน้ำที่มีส่วนผสมของบาร์เรย์ อยู่ในช่วง 6-348 ppm ซึ่งไม่เกินกำหนดที่ 350 ppm

Ni และคณะ (2015) ทำการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในมะม่วงอบแห้ง และกีวอบแห้งที่จำหน่ายในตลาด และซูเปอร์มาร์เก็ตในประเทศจีน ด้วยวิธีการใช้โครมาโตกราฟีแบบเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Liquid chromatography inductively coupled plasma mass spectrometry, LC-ICP-MC) พบมะม่วงอบแห้ง และกีวอบแห้งมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 65.8 และ 50.1 ppm ตามลำดับ

Zhong และคณะ (2012) ตรวจสอบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผักแห้ง และอาหารที่ใช้น้ำตาลในการแปรรูป (preserved food) ที่จำหน่ายในร้านค้าปลีก ประเทศจีน ด้วยวิธีการกลั่นควบคู่กับไอออนโครมาโตกราฟี (ion chromatography) พบว่า ผักแห้งมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 11.4 ถึง 386.8 ppm พบการตกค้างสูงสุดในดอกกลีผลแห้ง และในอาหาร preserved food พบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 38.6-825.2 ppm โดยพบมากในขิงคอง

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)	จักรพงษ์ พิมพ์พิมล และคณะ (2550)
ผักอบแห้ง	เห็ดหูหนูขาว	5,381	จินตนา กิจเจริญวงศ์ และ
นำเข้า	ดอกไม้จีน	26,590	ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558)
	เห็ดไข่	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	
อาหารกระป๋อง	น้ำตาลสดจากจั่น	182.41	แสงเงิน ไกรสิงห์ (2542)
	น้ำกะทิ	64.06	
	น้ำมะพร้าว	48.05	
	เหี่ยวในน้ำ	34.75	
	เห็ดเป็ยฮื้อในน้ำเกลือ	25.40	
ผลไม้สด	ลำไยสดตามตลาด	238.05	แสงเงิน ไกรสิงห์ (2542)
	ลำไยสดรมควัน	64.89	
	(เก็บรักษาที่ 0-21 วัน)		
	ลิ้นจี่สด	61.03	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงชนิดอาหาร และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจพบ (ต่อ)

ประเภท	ชนิด	ปริมาณสูงสุดที่พบ (ppm)	อ้างอิง (ปี)
เครื่องดื่มที่ไม่ มีแอลกอฮอล์	น้ำมะนาว	158	Food standard agency (2004)
	น้ำส้ม	127	
	น้ำมะนาวสคอช	226	
	น้ำบาร์เลย์พีช	74	
	น้ำสตรอเบอร์รี่	149	
	น้ำเชื่อมมะนาว(cordial)	195	
ผลไม้อบแห้ง	มะม่วงอบแห้ง	65.8	Ni และคณะ (2015)
	กีวอบแห้ง	50.1	
	กระเทียมแห้ง	9.7	
	ดอกกลีบลีแห้ง	386.8	
Preserved food	แยม	38.6	Zhong และคณะ (2016)
	จิงคอง	825.2	
	มันบด	478.2	

2.3.9 การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

การศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารมีหลายวิธี ดังนี้

จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558) ได้ศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผักและผลไม้แห้ง โดยการล้าง และลวก ก่อนนำมาปรุงอาหาร พบว่าในเห็ดหูหนูขาว เมื่อนำมาแช่น้ำ 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%

จิรวัดน์ กนต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545) ได้ทำการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลลำไยแห้งที่ผ่านการรมซัลไฟต์ โดยการผ่านระบบไอโซนที่มีอัตราการระบายน้ำ 1.25 ลิตรต่อชั่วโมง นาน 3 ชั่วโมง, การวางไว้ในถังที่มีระบบสุญญากาศความดัน 20 นิ้วปรอท นาน 3 ชั่วโมง และการวางไว้ในตู้สุญญากาศ 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 โดยการใช้อิโชน และระบบสุญญากาศจะทำให้ลำไยมีสีที่สว่างขึ้นทั้งเปลือกและในเนื้อ การวางไว้ในตู้สุญญากาศให้ผลของสีไม่แตกต่างจากตัวอย่างเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ โอโซนจะทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดการออกซิไดซ์กลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ และออกซิเจน

งานวิจัยของสุชาติ ทองศรี (2549) ได้เสนอวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลลำไยสด ที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาพริกแกงมะถัน โดยใช้วิธีการแช่ผลลำไยสดในน้ำ และการล้างผลลำไยสดในน้ำไหล พบว่า การแช่ผลลำไยสด 1 กิโลกรัม ในน้ำ 2 ลิตร อุณหภูมิ 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 อุณหภูมิ 0, 15 และ 23 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที พบว่าสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์บนเปลือกได้ให้ผลไม่ต่างกันคือ สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้กว่า 30% และสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยได้ถึง 30-60% เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณสมบัติสามารถละลายได้ในน้ำ

ในการศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแอปเปิ้ลของ Liu และคณะ (2011) ได้มีการใช้น้ำเปล่า แคลเซียมออกไซด์ และการใช้เครื่องอัลตราโซนิก กับแอปเปิ้ลสดสไลด์ที่จุ่มสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์นาน 20 นาที ก่อนนำไปลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามสภาวะ และวิธีการที่กำหนด จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำ และอบแห้งโดยตู้อบสูญญากาศที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้นสุดท้าย 3% จากนั้นนำไปหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง พบว่าวิธีที่ดีที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์คือ การใช้เครื่องอัลตราโซนิกที่มีอัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว 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 และการใช้น้ำระบบน้ำวนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส, อัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว 1:6 ที่ระยะเวลา 180 นาที ทำให้เหลือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง 76 และ 90 ppm หรือปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง 96.67 และ 96.05% ตามลำดับ โดยคณะผู้วิจัยได้เสนอว่าการใช้เครื่องอัลตราโซนิกนอกจากจะทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างเหลือน้อยที่สุดแล้ว ยังทำให้สี กลิ่น และคุณภาพของแอปเปิ้ลดีที่สุด

Ozkan และ Cemeroglu (2002a) ใช้ลมร้อนจากตู้อบลมร้อน (hot air oven) ในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลแอปเปิ้ลคอตอบแห้ง ซึ่งมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตั้งต้น 4,000-4,800 ppm โดยการเรียงผลแอปเปิ้ลคอตอบแห้ง 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 308.5 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลงเพียง 33-34% โดยการอบที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์บริเวณผิวนอกระเหยไป แต่ไม่สามารถทำให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่อยู่ข้างในเนื้อแอปเปิ้ลคอตระเหยออกไปได้จึงต้องใช้ระยะเวลาในการอบนานขึ้นเพื่อทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลดลง ทั้งนี้การอบแห้งจะทำให้ความชื้นในตัวอย่างลดลงจาก 193 กรัมต่อกิโลกรัม เหลือ 80-90 กรัมต่อกิโลกรัม

และในปีเดียวกัน Ozkan และ Cemeroglu (2002b) ได้ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แช่ผลแอปเปิ้ลคอตอบแห้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 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 จากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำประป่านาน 2 นาที และสะเด็ดน้ำ 1 ก็นำมาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้าง พบว่าสภาวะที่ดีที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์คือ ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 1.0% อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่ 12 นาที มีผลทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างลดลงกว่า 66% และเมื่อทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการแช่แอปเปิ้ลคอตอบแห้งเท่ากันคือ 10 นาที ที่ความเข้มข้นของสารละลาย 0.5, 1.0 และ 1.5% พบว่าความเข้มข้นของสารละลายยิ่งมาก การลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างยิ่งมาก และเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเท่ากัน เวลาที่ใช้ในการแช่ยิ่งต้องเพิ่มขึ้น เพื่อให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างลดลง และที่ความเข้มข้นของสารละลายและเวลาที่ใช้ในการแช่เท่ากัน การเพิ่มอุณหภูมิในการแช่จะทำให้การลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพิ่มขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้เสนอว่าร้อยละการลดลงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแอปเปิ้ลคอตอบแห้ง ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย เวลา และอุณหภูมิในการแช่ นอกจากนี้การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นอกจากสามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้แล้ว ยังทำให้แอปเปิ้ลคอตอบแห้งมีสีที่สว่างและเหลืองเพิ่มขึ้น โดยค่าความเป็นสีแดงลดลง ซึ่งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดส์ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสารซัลไฟด์เปลี่ยนซัลไฟด์ให้กลายเป็นซัลเฟตและน้ำ

จากรายงานที่ผ่านมา พบว่า วิธีการและสภาวะที่ดีที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 วิธีการและสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร

วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ปัจจัยควบคุม				อ้างอิง
	อุณหภูมิ(°C)	เวลา	อัตราส่วนของแข็ง:น้ำ	%การลดลง	
การลวก	97	2-3 นาที	-	80-90	จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ (2558)
ระบบโอโซน (Ozone)	ห้อง (อัตราก๊าซ 1.25 ลิตร/ชม.)	3 ชม.	-	57.63 (เปลือก) 77.87 (เนื้อ)	จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545)
ถังสุญญากาศ	ห้อง (ความดัน 20 นิ้วปรอท)	3 ชม.	-	14.70 (เปลือก) 36.84 (เนื้อ)	จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545)
วางที่อุณหภูมิห้อง	ห้อง	3 ชม.	-	10.77 (เปลือก) 5.48 (เนื้อ)	จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ (2545)
การแช่น้ำ	ห้อง (23)	10 นาที	1:2	30	สุชาดา ทองศรี (2549)
การล้างน้ำไหล	ห้อง (23)	10 นาที		30	สุชาดา ทองศรี (2549)
เครื่องอัลตราโซนิค (Ultrasonic)	35	25 นาที	1:6	97.42	Liu และคณะ (2011)
น้ำระบบน้ำวน	60	180 นาที	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 ₂ O ₂)	60	12 นาที	1:5 ; [H ₂ O ₂] 1.0%	66	Ozkan และ Cemeroglu (2002 b)

2.4 ชาสมุนไพร

2.4.1 ความหมายของชาสมุนไพร

ชาสมุนไพรตามความหมายที่กระทรวงสาธารณสุข (2547) อธิบายว่า ชาสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ซึ่งมีได้แปรสภาพ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้ม หรือชงกับน้ำ

2.4.2 ประเภทของชาสมุนไพร

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2549) ได้เสนอเกณฑ์การจัดประเภทชาสมุนไพร ดังนี้

- 1) ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาสมุนไพรไม่เกิน 10% จัดเป็นชา เช่น ใบชาเขียว 90% มะตูมแห้ง 10% และใบชา 90% ใบเจียวกู่หลาน 5% ใบหม่อน 5% เป็นต้น
- 2) ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาสมุนไพรเกิน 90% จัดเป็นชาสมุนไพร เช่น มะตูมแห้ง 90% ใบชาเขียว 10% และใบเจียวกู่หลาน 50% ใบหม่อน 40% ใบชา 10% เป็นต้น
- 3) ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาสมุนไพรมากกว่า 10% หรือน้อยกว่า 90% จัดเป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 (2556) เช่น ใบเตย 20% ใบชา 80% และดอกเก๊กฮวย 50% ใบชา 50%

2.4.3 ประโยชน์ของชาสมุนไพร

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (มปป.) ได้เผยแพร่ข้อมูลประโยชน์ของชาสมุนไพรว่าพืชหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำชาสมุนไพรมีคุณค่าและประโยชน์ ดังนี้

- 1) ชามะตูม ช่วยให้เจริญอาหาร ระบบขับถ่ายดี ขับเสมหะ และแก้ร้อนใน
- 2) ชากระเจี๊ยบ ช่วยลดความดันโลหิตสูง ลดไขมันในเลือด ขับปัสสาวะ และแก้กระหายน้ำ
- 3) ชาขิง ข่า และชาตะไคร้ ช่วยแก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ระบายลมในท้อง
- 4) ชาใบหม่อน ช่วยแก้ร้อนใน กระหายน้ำ แก้ไอ และบำรุงธาตุ
- 5) ชาดอกคำฝอย ช่วยบำรุงเลือดสตรี และขับระดู
- 6) ชาใบบัวบก ช่วยแก้ช้ำใน ลดอาการปวดศีรษะข้างเดียว บำรุงสมอง บำรุงหัวใจ และแก้เมื่อยล้า
- 7) ชาใบเตย ช่วยลดน้ำตาลในเลือด และขับปัสสาวะ
- 8) ชาดอกเก๊กฮวย ช่วยบำรุงประสาทและสายตา ลดอาการปวดศีรษะ และเวียนศีรษะ
- 9) ชาหล่อฮังก้วย ช่วยขับเสมหะ และทำให้ชุ่มคอ
- 10) ชาเห็ดหลินจือ ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย, ป้องกันการเจริญเติบโตเซลล์มะเร็ง และบำรุงสุขภาพให้แข็งแรง
- 11) ชาเจียวกู่หลาน ช่วยลดความดันโลหิตและน้ำตาลในเลือด และช่วยให้นอนหลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 มาตรฐานชาสมุนไพร

กระทรวงสาธารณสุข โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 280 พ.ศ.2547 เรื่องชาสมุนไพร โดยกำหนดคุณภาพชาสมุนไพรดังนี้

- 1) ความชื้นไม่เกิน 10%
- 2) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- 3) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์
- 4) ปริมาณสารปนเปื้อน ดังต่อไปนี้
 - สารหนู ไม่เกิน 0.2 ppm
 - แคดเมียม ไม่เกิน 0.3 ppm
 - ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 ppm
 - ทองแดง และสังกะสี ไม่เกิน 5 ppm
 - เหล็ก ไม่เกิน 15 ppm
 - ดิบุก ไม่เกิน 250 ppm
 - ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 ppm
- 5) ไม่มียาแผนปัจจุบัน หรือวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท
- 6) ไม่ใส่สี

2.4.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสำหรับผู้สูงอายุ

ศรัณยา ลากส่งผล (2550) ทำการอบผลลำไยสดที่อุณหภูมิการอบ 60 องศาเซลเซียส นาน 56 ชั่วโมง และนำเนื้อลำไยแห้งจากลำไยจำนวน 5 ผล มาแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส ปริมาตร 200 มิลลิลิตร นาน 10 นาที แล้วทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำชาลำไย พบว่าน้ำชาลำไยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 0.042 ถึง 0.066 มิลลิกรัม GAE ต่อกรัม น้ำหนักแห้ง และความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ 42.57 ถึง 127.23 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง (รายงานค่าในหน่วยของ efficient concentration)

ศุภาพิชญ์ ชัดทา (2551) ได้พัฒนาชาชงผสมลำไย พุทราจีน และใบหม่อนบรรจุถุงชา แช่ในน้ำเดือดปริมาตร 120 มิลลิลิตร นาน 2 นาที พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกลำไย (กรัม):เมล็ดลำไย (กรัม):เนื้อลำไย (กรัม):เนื้อพุทราจีน (กรัม):ชาใบหม่อน (กรัม) คือ 0.25:0.03:0.84:0.38:1.00 มีปริมาณสารแทนนินสูงในน้ำชาถึง 1.07% เนื่องจากสารแทนนินพบมากในเปลือก และเมล็ดลำไย และในวัตถุดิบเนื้อลำไย พบสารแทนนินสูงถึง 0.33%

บริษัท ไทยเทค ไปโอ (ประเทศไทย) จำกัด (2562) พัฒนาผลิตภัณฑ์ชาลำไยภายใต้ชื่อทางการค้า “สวนในเวียง” ที่มีส่วนประกอบของเปลือก เนื้อ และเมล็ดของลำไย และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยบรรเทาอาการข้อเข่าเสื่อม บรรเทาอาการท้องผูกเรื้อรัง ลดกรดยูริกและอาการปวดข้อจากโรคเก๊าต์ และยังพบว่ามีส่วนโกลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharide) ที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (prebiotic) จากเปลือกลำไยซึ่งไม่ถูกย่อยได้ในกระเพาะอาหาร แต่แบคทีเรียที่ดีในลำไส้สามารถย่อยสารดังกล่าวได้

2.5 กรดในผลไม้

กรดอินทรีย์ที่พบได้ตามธรรมชาติในผลไม้บางชนิด ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก ($C_6H_8O_6$, INS 300), กรดซิตริก ($C_6H_8O_7$, INS 330) และกรดทาร์ทาริก ($C_4H_6O_6$, INS 334) ซึ่งกรดกลุ่มนี้ได้รับอนุญาตให้ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 389 (2561)

2.5.1 กรดแอสคอร์บิก ($C_6H_8O_6$, INS 300)

กรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี ถูกใช้ในอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด โดยเป็นสารควบคุมความเป็นกรด สารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน สารปรับปรุงคุณภาพแป้ง และช่วยจับอนุมูลโลหะ (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) พบได้ในผลไม้รสเปรี้ยว เช่น ผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ ผักใบเขียว แคนตาลูป มันฝรั่ง มะเขือเทศ ฯลฯ เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ช่วยในการต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างคอลลาเจน และป้องกันโรคหัวใจ (ฉัตรชัย ไตรทอง, 2552)

2.5.2 กรดซิตริก ($C_6H_8O_7$, INS 330)

กรดซิตริก ถูกใช้ในอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด โดยเป็นสารควบคุมความเป็นกรด สารป้องกันการเกิดออกซิเดชัน สารคงสภาพของสี และช่วยจับอนุมูลโลหะ (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) มักพบในผลไม้รสเปรี้ยว เช่น ส้ม และมะนาว สามารถละลายได้ในน้ำ โดยกรดซิตริก และเกลือของกรดซิตริกช่วยเพิ่มการดูดซึม และเพิ่มอัตราการเก็บรักษาแร่ธาตุต่างๆ ได้ นอกจากนี้ในกระบวนการหายใจแบบใช้ออกซิเจน (aerobic respiration) กรดซิตริกจะถูกเผาผลาญ (metabolize) และถูกใช้เป็นแหล่งพลังงาน (กระทรวงสาธารณสุข, 2554)

2.5.3 โซเดียมซิเตรต ($Na_3C_6H_5O_7$, INS 331(iii))

โซเดียมซิเตรต เป็นเกลือของกรดซิตริก ถูกใช้ในอาหารและเครื่องดื่มหลายชนิด โดยเป็นสารควบคุมความเป็นกรด อิมัลซิไฟเออร์ เกลืออิมัลซิไฟอิงค์ สารช่วยจับอนุมูลโลหะ และสารทำให้คงตัว (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) และใช้เป็นยาเพื่อรักษาโรคต่างๆ มีผลข้างเคียงทำให้เกิดอาการวิงเวียนคลื่นไส้ ท้องเสีย อาหารไม่ย่อย และหากบริโภคมากจะทำให้ร่างกายได้รับโซเดียมสูง (กระทรวงสาธารณสุข, 2554)

การใช้วัตถุเจือปนอาหารในกลุ่มกรดอินทรีย์ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 พ.ศ. 2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร อนุญาตให้มีการใช้กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และ โซเดียมซิเตรต ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแต่งกลิ่นรส กาแฟ ชา ชาสมุนไพรชนิดขงดื่ม และเครื่องดื่มจากธรรมชาติ ในปริมาณที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ลำไยสดพันธุ์อีดอได้มาจากตลาดหัวตะเข้ เขตตลาดกระบี่ กรุงเทพมหานคร ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ.2560

3.1.2 ตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทอง

3.1.2.1 ตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทองเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2560 จากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน จำนวน 10 ตัวอย่าง

3.1.2.2 ตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทองเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2561 จากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ และจังหวัดลำพูน 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)

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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 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 hydroxide (KOH) (Merck, Germany)
- 3.2.1.14 Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) (Carlo Erba, Italy)
- 3.2.1.15 Potassium metabisulfite ($K_2S_2O_5$) (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)
- 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 tetrathionate 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)
3.2.2.24 3M Petrifilm™ <i>E. coli</i> / Coliform count plates (3M, U.S.A)	

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.1 อุปกรณ์

3.3.1.1 กระดาษทดสอบซัลไฟต์ไดออกไซด์ (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 ชุดกลั่นซัลไฟต์ไดออกไซด์ (SO ₂) (Modified Rankine's apparatus)	
3.3.1.7 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Burner)	
3.3.1.8 ตะแกรงลวด (Wire mesh tray) ขนาด 17.5 x 22.5 ตารางเซนติเมตร	
3.3.1.9 ถ้วยอลูมิเนียม (Aluminum can)	
3.3.1.10 ถุงชาเยื่อกระดาษ (Tea bag) ขนาด 6 x 8 เซนติเมตร (ตั้งจิบเซ่ง, ประเทศไทย)	
3.3.1.11 ถุงปลอดเชื้อ (Stomacher bag)	
3.3.1.12 ทิป (Tips) ขนาด 1,000 ไมโครลิตร (µl)	(Gilson, France)
3.3.1.13 แท่งแก้วสามเหลี่ยมรูปตัวแอล (L-shaped spreader)	
3.3.1.14 บิวเรต (Burette)	
3.3.1.15 ปากคีบ (Forceps)	
3.3.1.16 พาราฟินฟิล์ม (Plastic paraffin film)	(Bemis, USA)
3.3.1.17 ลังโฟม (Foam box)	
3.3.1.18 หัวงและเข็มเย็บเชื้อ (Loop and needle)	
3.3.1.19 หลอดดักแก๊ส (Durham tube)	
3.3.1.20 หลอดทดลองพร้อมฝาหลอดทดลอง (Test tube with cap)	
3.3.1.21 หลอดปั่นเหวี่ยง (Centrifuge tube) ขนาด 50 มิลลิลิตร (Fisher Scientific, England)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)
3.3.2.4 เครื่องซีลถุงพลาสติก (Plastic sealer)	(Santo, Thailand)
3.3.2.5 เครื่องตีปั่น (Stomacher)	(IUL instrument, Spain)
3.3.2.6 เครื่องปั่นเป็ยกสแตนเลส (Laboratory blender)	(รุ่น 32BL79, Waring commercial, USA)
3.3.2.7 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge)	(Eppendorf, Germany)
3.3.2.8 เครื่องผสมสารละลาย (Vortex)	(Scientific, USA)
3.3.2.9 เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (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)
3.3.2.12 เครื่องวัดสี (Color meter)	(รุ่น ColorQuest XE, Hunter lab, USA)
3.3.2.13 ตู้เป็ยชี้อ (Laminar air flow)	(Bio safety, UK)
3.3.2.14 ตู้แช่แข็ง (Freezer)	(ชันโย, ประเทศไทย)
3.3.2.15 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)	(Mettmert, Germany)
3.3.2.16 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	(รุ่น DRYO54, Slimcell, Germany)
3.3.2.17 เตาไมโครเวฟ (Microwave)	(รุ่น EMS2047X, Electrolux, China)
3.3.2.18 เตาไฟฟ้า (Hot plate)	(Teba, UK)
3.3.2.19 ไมโครปิเปต (Micropipette) ขนาด 1,000 ไมโครลิตร	(Gilson, France)
3.3.2.20 รีแฟรคโตมิเตอร์ (Hand refractometer 0-33 ^o Brix)	(Atago, Japan)
3.3.2.21 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)	(Mettmert, Germany)
3.3.2.22 อ่างทำความเย็น (Cooling bath)	(ไซแอนติฟิค โปรโมชัน, ประเทศไทย)
3.3.2.23 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)	(Tomy, Japan)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

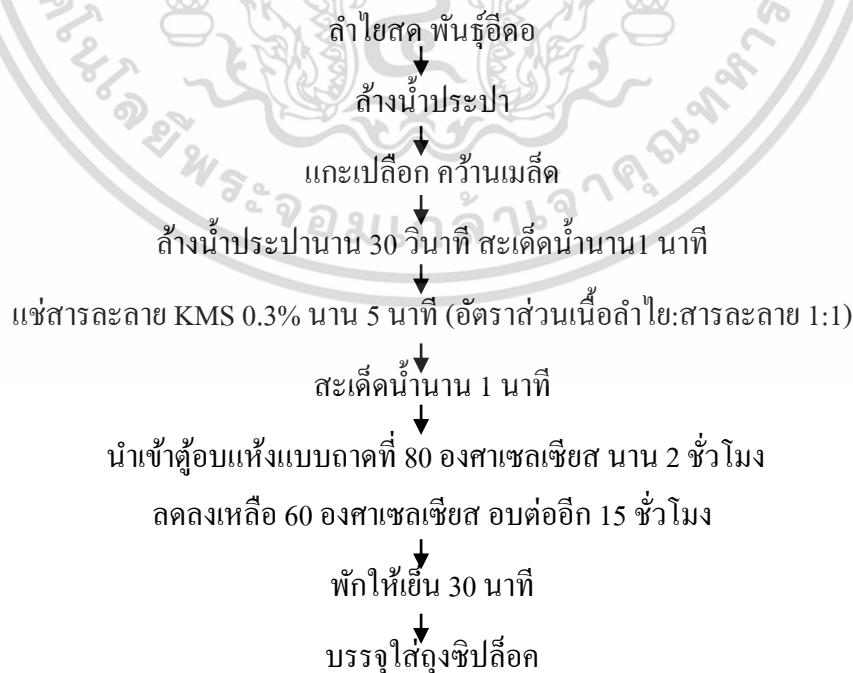
3.4.1 การศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

3.4.1.1 การผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ

3.4.1.1.1 การเตรียมลำไยอบแห้งสีทอง

กระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองได้มาจากการสอบถามข้อมูลการผลิตจากห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน โดยนำผลลำไยสดพันธุ์อีดอจากตลาดหัวตะเข้ จากข้อ 3.1.1 น้ำหนัก 3 กิโลกรัม มาใส่ตะกร้าพลาสติก ขนาด 23 x 31 x 8.5 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำประปา จากนั้นคว้านเมล็ดออกโดยใช้ปลายช้อนเจาะบริเวณขั้วผล นำเนื้อลำไยที่คว้านเมล็ดแล้วใส่ตะกร้า ล้างในน้ำประปาโดยยกตะกร้าขึ้นลงนาน 30 วินาที เพื่อล้างสิ่งสกปรกออก ทิ้งให้สะเด็ดน้ำนาน 1 นาที (ดัดแปลงจากรัตนา อัดตปัญญา โณ, 2542) จากนั้นแช่เนื้อลำไยลงในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 0.3% นาน 5 นาที (กรมวิชาการเกษตร, 2547) อัตราส่วนเนื้อลำไย:สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 1:1 ทิ้งให้สะเด็ดน้ำนาน 1 นาที และจัดเรียงเนื้อลำไยลงบนตะแกรงสำหรับอบ โดยคว่ำขั้วลงและไม่วางซ้อนกัน นำเข้าตู้อบแห้งแบบถาด (บริษัทอิเล็กทรอนิกส์ เซอร์วิส ดีไวซ์) ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และลดอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง นำลำไยอบแห้งออกจากตู้อบและพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที จากนั้นบรรจุเนื้อลำไยอบแห้งสีทองใส่ถุงซิปล็อคตามขั้นตอนในรูปที่ 3.1 เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

3.4.1.1.2 การศึกษาผลของระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และความชื้นในเนื้อลำไยอบแห้ง



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์หรือข้อผิดพลาดในการดำเนินการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเตรียมลำไยอบแห้งสีทองตามกระบวนการผลิตข้อที่ 3.4.1.1 จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่าง ลำไยอบแห้งสีทองขณะอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง ตัวอย่างละ 60 กรัม มาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC, 2005) (ภาคผนวก ข) และความชื้น (AOAC, 2005) (ภาคผนวก ก) เพื่อคัดเลือกสภาวะเวลาในการอบที่เหมาะสมที่ทำให้คุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้ง เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับที่ 8 พ.ศ.2549 กำหนดคือ มีความชื้นอยู่ระหว่าง 12-18% โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.4.1.2 การศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการ

3.4.1.2.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของสถานที่ผลิต

ทำการศึกษาศาสนาที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทองของห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน ในเดือนตุลาคม พ.ศ.2561 โดยทำการสำรวจ และจดบันทึกลักษณะบริเวณผลิต

3.4.1.2.2 ศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

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

3.4.1.2.3 การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1) ลำไยสดเก็บตัวอย่างลำไยสดน้ำหนัก 500 กรัม ใส่ในถุงปลอดเชื้อ มัดปากถุงให้สนิท เก็บใส่ในกล่องโฟมที่มีเจลความเย็นควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส และนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายใน 7 วัน มาตรฐานวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ดังแสดงตารางที่ 3.1

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

ตารางที่ 3.1 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพของลำไยสด สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์
ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้งสี่ทอง

ตัวอย่าง	วิธีการวิเคราะห์ คุณภาพทางเคมี*	วิธีการวิเคราะห์ คุณภาพทางกายภาพ**
ลำไยสด	pH (AOAC, 2005) TA (AOAC, 2005) TSS (AOAC, 2005) SO ₂ (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005) Aw (AOAC, 2005) สี ลักษณะปรากฏ
น้ำประปา	pH (AOAC, 2005)	
สารละลาย โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อนและ หลังแช่ลำไยสด	pH (กระดวยวัด pH) pH (AOAC, 2005) SO ₂ (กระดวยทดสอบ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์)	
ลำไยหลังแช่ สารละลาย โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	pH (AOAC, 2005) TA (AOAC, 2005) TSS (AOAC, 2005) SO ₂ (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005) Aw (AOAC, 2005) สี ลักษณะปรากฏ
ลำไยระหว่างอบ 60°C	pH (AOAC, 2005) TA (AOAC, 2005) TSS (AOAC, 2005) SO ₂ (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005) Aw (AOAC, 2005) สี ลักษณะปรากฏ
ลำไยอบแห้งสี่ทอง	pH (AOAC, 2005) TA (AOAC, 2005) TSS (AOAC, 2005) SO ₂ (AOAC, 2005)	ความชื้น (AOAC, 2005) Aw (AOAC, 2005) สี ลักษณะปรากฏ

หมายเหตุ : *วิธีการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ข, **วิธีการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ก

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

TSS = ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid)

Aw = ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity), SO₂ = ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต

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

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

ตารางที่ 3.2 วิธีการมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง

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

หมายเหตุ : *วิธีการวิเคราะห์ที่แสดงดังภาคผนวก ค

3.4.2 การสำรวจคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

นำตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทอง จากตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน จากข้อ 3.1.2 รวม 18 ตัวอย่าง สุ่มตัวอย่าง 200 กรัม มาหั่นด้วยมีดให้มีขนาด 0.5 เซนติเมตร และนำไปปั่นโดยเครื่องปั่นเป็ยกสแตนเลสด้วยความแรงเบอร์ 1 นาน 10-15 วินาที เพื่อลดขนาดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กลง ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, ความเป็นกรดต่าง, ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามวิธีการของ AOAC (2005) และสิ่งแปลกปลอม (ขันทอง เพ็ชร นอก และคณะ, 2553 และ FDA, 1984) (ภาคผนวก ก และ ข) โดยทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำผลวิเคราะห์ที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งสีทอง (มกอช.8-2549)

3.4.3 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

3.4.3.1 การใช้เตาไมโครเวฟ

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ซึ่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) วางบนถาดแก้วที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.5 เซนติเมตร สำหรับใช้กับเตาไมโครเวฟ เคลี่ยให้กระจายไม่ซ้อนทับกัน ก่อนนำไปเข้าเตาไมโครเวฟตั้งกำลังไฟที่ 400 วัตต์ นาน 5 นาที (ดัดแปลงจากคำนิ่ง วาทยิธา, 2545) เมื่อครบกำหนดเวลานำลำไยอบแห้งสีทองมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที ซึ่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการอบด้วยเตาไมโครเวฟ เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และนำไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพต่อไป

3.4.3.2 การใช้ลมร้อน

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ซึ่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) วางบนตะแกรงลดขนาด 17.5×22.5 เซนติเมตร ตะแกรงละ 100 กรัม เคลี่ยให้กระจายไม่ซ้อนทับกัน 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 ซึ่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการอบด้วยลมร้อน เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และนำลำไยอบแห้งสีทองที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพต่อไป

3.4.3.3 การลวกในน้ำ

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ซึ่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) ลวกในน้ำปราศจากไอออน ปริมาตร 1.2 ลิตร (อัตราส่วนเนื้อลำไย:น้ำ 1:6) ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (ดัดแปลงจาก จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์, 2558) เมื่อครบกำหนดเวลาให้เทลำไยอบแห้งสีทองลงบน ตะแกรงลวดเพื่อสะเด็ดน้ำนาน 30 นาที ซึ่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการลวก เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละ น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง และนำลำไยอบแห้งสีทองที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพต่อไป

3.4.3.4 การตากแดด

นำลำไยอบแห้งสีทอง 200 กรัม (ซึ่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง) วางบนตะแกรงลวดขนาด 17.5 x 22.5 เซนติเมตร ตะแกรงละ 100 กรัม เคลี่ยให้กระจายไม่ซ้อนทับกัน นำไปตากแดดนาน 4 ชั่วโมง (ช่วงเวลา 10.00 ถึง 14.00 นาฬิกา) เมื่อครบกำหนดเวลาให้นำลำไยอบแห้งสีทองมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่ อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที ซึ่งน้ำหนักลำไยก่อนและหลังการตากแดด เพื่อคำนวณหาค่าร้อยละ น้ำหนักที่ เปลี่ยนแปลง และนำลำไยอบแห้งสีทองที่ได้ไปตรวจวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพต่อไป

3.4.3.5 การวิเคราะห์คุณภาพของลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

3.4.3.5.1 คุณภาพทางเคมี

- 1) ปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity meter)
- 2) ความเป็นกรดต่าง (AOAC, 2005)
- 3) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (AOAC, 2005)
- 4) ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2005)
- 5) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC, 2005)
- 6) ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งคำนวณจาก ร้อยละ การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์หลังผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์หารด้วย ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนการลด ดังสูตร

ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

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

3.4.3.5.2 คุณภาพทางกายภาพ

- 1) ความชื้น (AOAC, 2005)
- 2) สี (L*, a*, b*) โดยใช้เครื่องวัดสี CR-400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งคำนวณจากร้อยละน้ำหนักลำไยที่หายไปหลังผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์หารด้วยน้ำหนักลำไยก่อนการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังสูตร

$$\text{ร้อยละน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนลด SO}_2 - \text{น้ำหนักหลังลด SO}_2}{\text{น้ำหนักก่อนลด SO}_2} \times 100$$

รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ และเคมี ดังแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตามลำดับ

3.4.3.6 การวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลองลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสี่ทองวิธีละ 3 ซ้ำ โดยมีตัวแปรต้นคือ วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ข้อ 3.4.3.1-3.4.3.4) และมีคุณภาพทางเคมี และกายภาพที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรตาม วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 16.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากนั้นคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยทำการเปรียบเทียบกับลักษณะปรากฏของลำไยอบแห้งสี่ทองชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งตามมาตรฐานสินค้าเกษตร และอาหารแห่งชาติ (มกอช.8-2549)

3.4.4 ศึกษาการเตรียมชาลำไยจากเนื้อลำไยอบแห้งและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ

3.4.4.1 การศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคชาจากลำไยอบแห้ง

3.4.4.1.1 การเตรียมชาลำไย

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

3.4.4.1.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของชาลำไย

- 1) ความชื้น (AOAC, 2005) (ภาคผนวก ก)
- 2) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC, 2005) (ภาคผนวก ข)

3.4.4.1.3 ศึกษาการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในชาลำไย

นำชาลำไยบรรจุถุงชาเยื่อกระดาษจากข้อ 3.4.4.1.1 ใส่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนใช้ช้อนกดที่ถุงชา 10 ครั้ง เก็บตัวอย่างน้ำชาหลังการชงชาที่ 10 นาที แยกเนื้อลำไยอบแห้งหลังการชงชา และน้ำชาลำไย มาวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามวิธีการ AOAC (2005) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.4.4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ

3.4.4.2.1 ศึกษาหาชนิดของกรดที่เหมาะสมในชาลำไย

นำชาลำไยจากข้อ 3.4.4.1.1 น้ำหนัก 8 กรัม มาผสมกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก หรือโซเดียมซิเตรต น้ำหนัก 500 มิลลิกรัม/ถุง นำมาบรรจุถุงชาเยื่อกระดาษขนาด 6 x 8 เซนติเมตร และปิดผนึกด้วยความร้อนให้สนิท ก่อนนำมาใส่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนใช้ช้อนกดที่ถุงชา 10 ครั้ง เก็บตัวอย่างน้ำชาหลังการชงชาที่ 10 นาที มาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค ช่วงอายุ 40 ปี ขึ้นไป จำนวน 30 คน โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (nine-point hedonic scales) ทดสอบความชอบด้านสี กลิ่น รส และความชอบโดยรวม (ภาคผนวก ง) จากนั้นคัดเลือกชนิดกรดที่เหมาะสมจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส มาพัฒนาหาสูตรที่เหมาะสมในการทดลองต่อไป

3.4.4.2.2 ศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ชาลำไย

นำชนิดของกรดที่คัดเลือกได้มาจากการทดลองที่ 3.4.4.2.1 มาผสมในชาลำไยในอัตราส่วนชาลำไย:กรด (กรัม:กรัม) 10:0.125, 10:0.250, 15:0.125 และ 15:0.250 ตามลำดับ นำมาบรรจุถุงชาเยื่อกระดาษขนาด 6 x 8 เซนติเมตร และปิดผนึกด้วยความร้อนให้สนิท ก่อนนำมาใส่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ก่อนใช้ช้อนกดที่ถุงชา 10 ครั้ง เก็บตัวอย่างน้ำชาหลังการชงชาที่ 10 นาที นำน้ำชามาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกลุ่มผู้สูงอายุ ช่วงอายุ 40 ปี ขึ้นไป จำนวน 30 คน โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (nine-point hedonic scales) ทดสอบความชอบด้านสี กลิ่น รส และความชอบโดยรวม จากนั้นคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.4.2.3 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาลำไย

นำสูตรชาลำไยเติมกรดที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.4.4.2.2 นำมาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมี เปรียบเทียบกับชาลำไยจากการทดลองที่ 3.4.4.1.1 ได้แก่ ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด, ความเป็นกรดต่าง ตามวิธีการของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC (2005), และวัดค่าสี (L^* , a^* , b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี CR-400 (ภาคผนวก ก และ ข) รวมทั้งการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ชาลำไย ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (FDA-BAM ,2003), ยีสต์และรา (Yeast & Molds) (FDA-BAM ,2003), *Escherichia coli* และ Coliforms โดยใช้ 3M Petrifilm™ *E. coli*/coliform count plates (3M, U.S.A.) (ภาคผนวก ค) จากนั้นนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำชาลำไย โดยเตรียมน้ำชาลำไยตามวิธีการข้างต้น ตรวจวัดความเป็นกรดต่าง, ปริมาณกรดทั้งหมด, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ตามวิธีการของ AOAC (2005) ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์) และวัดค่าสี (L^* , a^* , b^*) โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter lab (ภาคผนวก ก และ ข) นำน้ำชาลำไยมาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (nine-point hedonic scales) ทดสอบความชอบด้านสี กลิ่น รส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ชาลำไยที่พัฒนาขึ้น

3.4.4.2.4 การวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาลำไย โดยมีตัวแปรต้นคือ ชาลำไยสูตรต่างๆ และมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสเป็นตัวแปรตาม วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 16.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับความเชื่อมั่น 95% จากนั้นคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ชาลำไยมาทำการเปรียบเทียบกับคุณภาพทางกายภาพ เถมี และจุลินทรีย์กับชาลำไยชุดควบคุม

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

4.1.1 ศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองในระดับห้องปฏิบัติการ

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



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลของระยะเวลาการอบแห้งต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และความชื้นในเนื้อลำไย

ทำการศึกษาผลของระยะเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่เวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมงในตู้อบลมร้อนแบบถาด พบว่าระยะเวลาการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นลำไยมีลักษณะเนื้อที่แห้ง และมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น (รูปที่ 4.1) ความชื้นที่ระยะเวลาในการอบ 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง มีค่า 42.18, 25.70, 15.19 และ 12.49% ตามลำดับพบว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการอบนานขึ้น ลำไยมีความชื้นลดลงโดยที่ระยะเวลาในการอบ 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 องศาเซลเซียส ที่เวลา 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 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

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%

4.1.3 ผลการศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการ

4.1.3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของสถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง

สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทองที่ทำการศึกษาคือ ห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย (รูปที่ 4.2ก) ตั้งอยู่เลขที่ 32/1 หมู่ 8 ตำบลอุโมงค์ อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 51150 เป็นผู้ผลิตลำไยอบแห้งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีทอง และลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ส่วนใหญ่รับซื้อลำไยอบแห้งสีทอง ลำไยอบแห้งเนื้อดำแดง ลำไยเนื้อดำ ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก และผลไม้อบแห้ง เช่น มะม่วง และสตอเบอรี่ จากกลุ่มแม่บ้านในจังหวัดลำพูน เชียงใหม่ และลำปาง เพื่อนำมาบรรจุและจัดจำหน่ายภายใต้ชื่อสินค้า บ้านลำไย และชื่อสินค้าที่ลูกค้าต้องการได้ ลำไยอบแห้งสีทอง และลำไยอบแห้งทั้งเปลือกบางส่วนผู้ผลิตทำการผลิตเอง โดยรับซื้อลำไยสดมาจากจังหวัดลำพูน และจันทบุรี ผลิตภัณฑ์สินค้าบ้านลำไยมีจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.2 สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทองห้างหุ้นส่วนจำกัด บ้านลำไย จังหวัดลำพูน (ก)
สถานที่เตรียมลำไยก่อนการอบ (ข) และห้องอบลำไย (ค)

สถานที่ผลิตลำไยอบแห้งสีทอง (รูปที่ 4.2ข) แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือสถานที่เตรียมลำไยก่อนการอบ ซึ่งอยู่บริเวณด้านข้างอาคารบรรจุติดกับโรงจอดรถ เป็นพื้นที่เปิดโล่งไม่มีผนังกันและส่วนที่สอง คือสถานที่อบลำไยเป็นอาคารแยกเป็นสัดส่วนติดกับโรงจอดรถ มีหลังคา และผนังกัน ภายในมีเตาอบหลายเครื่อง และกล่องกระดาษที่ใช้บรรจุลำไยจำนวนมาก (รูปที่ 4.2ค) ทั้ง 2 ส่วน ไม่มีระบบป้องกันสัตว์พาหะ และพบของที่ไม่เกี่ยวข้องอยู่โดยรอบบริเวณผลิต วัสดุคืบ และสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตถูกจัดเก็บอย่างไม่เหมาะสม ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและการแยกพื้นที่จัดเก็บ น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตและสัมผัสกับอาหารเป็นน้ำประปา อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตพบว่ามีการทำความสะอาดอย่างไม่เหมาะสม โดยมุ่งลดร่องดำไยระหว่างอบพบว่าไม่มีการทำความสะอาดก่อนนำมาใช้งาน และเตาอบพบว่ามีการใช้ไม้กวาดทำความสะอาดภายในเตาอบเท่านั้น พนักงาน

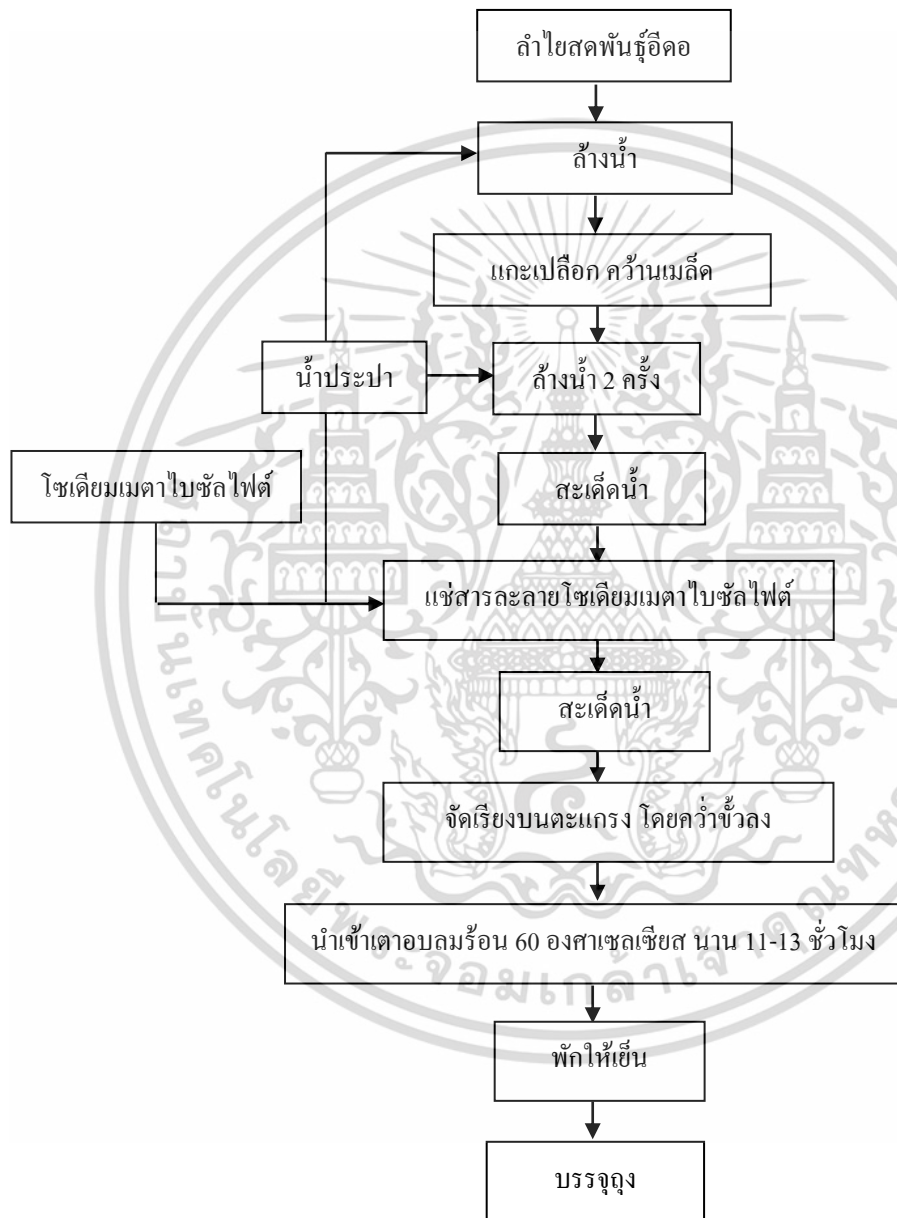
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตามสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี คือ มีการสวมใส่เครื่องประดับ ไม่มีการสวมหมวก ผ้าปิดปาก และถุงมือระหว่างทำการผลิต

4.1.3.2 กระบวนการผลิตลำโพงบั้งสีทอง

4.1.3.2.1 กระบวนการผลิตลำโพงบั้งสีทอง

กระบวนการผลิตลำโพงบั้งสีทองแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แผนผังกระบวนการผลิตลำโพงบั้งสีทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การเตรียมวัตถุดิบ เริ่มจากนำวัตถุดิบลำไยพันธุ์อีดอที่ร่วง เกรด AA จากจังหวัดลำพูน (รูปที่ 4.4ก) ใส่ตะกร้าแล้วทำความสะอาดผลลำไยโดยการฉีด และราดน้ำเพื่อล้างสิ่งสกปรกจากนั้นคว้านเมล็ดออกโดยใช้ปลายช้อนเจาะบริเวณขั้วผล (รูปที่ 4.4ข) นำเนื้อลำไยที่คว้านเมล็ดแล้วใส่ตะกร้า เมื่อได้เนื้อลำไย 3-5 กิโลกรัมต่อตะกร้า จะนำไปล้างด้วยน้ำประปา 2 รอบ โดยการแช่ตะกร้าลงในกะละมังที่มีน้ำ ยกขึ้นลง และหมุนตะกร้า (รูปที่ 4.4ค) เพื่อล้างสิ่งสกปรกที่ติดมากับเนื้อลำไย และทำให้ลำไยสะอาดขึ้น



รูปที่ 4.4 การเตรียมวัตถุดิบ
ลำไยพันธุ์อีดอ (ก) การคว้านเมล็ดลำไย (ข) และการล้างน้ำประปา (ค)

2) การแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ โดยผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (รูปที่ 4.5ก) อัตราส่วน 20 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร ในกะละมังสีฟ้า (รูปที่ 4.5ข) นำเนื้อลำไยที่ทำความสะอาดแล้วในตะกร้า จุ่มแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์นานประมาณ 30 วินาที โดยยกตะกร้าขึ้นลงและหมุนตะกร้า (รูปที่ 4.5ค) จนเนื้อลำไยมีลักษณะอูม่น้ำ และใสขึ้น ทำให้ลำไยสะอาดขึ้น ซึ่งสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1 กะละมัง สามารถแช่เนื้อลำไยได้ 10 ครั้ง ในวันที่ทำการสำรวจ พบว่าผู้ผลิตมีการเตรียมสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์รอบเช้าและรอบบ่าย รอบละ 1 ครั้ง เพื่อใช้ในการแช่เนื้อลำไย 2 ชุด

3) การอบแห้งลำไยเรียงเนื้อลำไยที่ผ่านการแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และทำให้สะอาดขึ้น บนตะแกรงอลูมิเนียมที่รองด้วยมุ้งลวดขนาด 25 เมช (mesh) โดยคว่ำขั้วลง จนเต็มตะแกรงที่วางบนรถเข็น (รูปที่ 4.6ก) นำรถเข็นที่เรียงเนื้อลำไยจนเต็มเข้าไปในเตาอบแบบใช้แก๊สหุงต้ม โดยรับอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในเตาเพื่อให้ความร้อน แล้วหมุนเวียนความร้อนโดยพัดลมระบายอากาศที่อยู่ภายในเตา มีปล่องระบายความชื้นระหว่งอบ (รูปที่ 4.6ข) ที่มีอุณหภูมิในเตาอบจะอยู่ระหว่าง 60-68 องศาเซลเซียส ระหว่างการอบมีการนำรถเข็นที่เรียงเนื้อลำไยจนเต็มเข้าไปเติมในเตาอบจนเต็มตู้ ขึ้นตอนการอบลำไยในเตาอบ มีการระบายน้ำออกมาจากลำไยตลอดเวลาทำให้อุณหภูมิในเตาอบไม่คงที่ โดยลำไยที่อยู่ใกล้พัดลมระบายความร้อนได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่า และมีการกระจายความร้อนไม่ทั่วกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ดีกว่าจึงทำให้ลำไยมีสีที่เข้ม และแห้งได้เร็วกว่าลำไยที่อยู่ไกลจากความร้อน ดังนั้นทางผู้ประกอบการจึงต้องมีการหมุนรถเข็น และสลับตะแกรงบนรถเข็น (รูปที่ 4.6ค) เพื่อให้ลำไยได้รับความร้อนเท่าๆ กัน



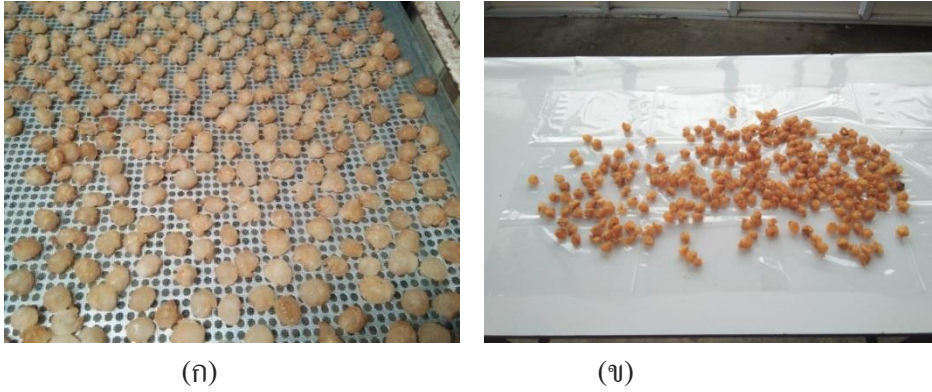
รูปที่ 4.5 การแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์
โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ก) สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ข) และ
จุ่มเนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ค)



รูปที่ 4.6 การอบลำไย
เรียงเนื้อลำไยบนตะแกรง (ก) เตอบแบบใช้แก๊สหุงต้ม (ข) และการสลับตะแกรง และหมุนรถเข็น(ค)

4) การเก็บผลผลิตลำไยอบแห้ง คัดเลือกลำไยที่อบแห้งจนได้ที่ คือมีลักษณะแห้ง ร้อน ไม่ติดตะแกรง และมีสีเหลืองน้ำตาลออกมา (รูปที่ 4.7ก) แกะเนื้อลำไยอบแห้งออกจากตะแกรงวาง ผึ่งเนื้อลำไยเพื่อให้คลายความร้อนนาน 10-30 นาที (รูปที่ 4.7ข) กระทบลำไยมีอุณหภูมิเท่ากับ อุณหภูมิห้อง นำไปบรรจุถุงเย็น ชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) น้ำหนักถุงละ 5 กิโลกรัม ก่อนบรรจุลงลังกระดาษ เก็บที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตามวิธีการของโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ลักษณะลำไยอบแห้งสีทอง

ลำไยระหว่างอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ก) และการหึ่งลำไยที่อุณหภูมิห้อง (ข)

4.1.3.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี และกายภาพของวัตถุดิบ ลำไยในระหว่างกระบวนการผลิตและลำไยอบแห้ง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อลำไย และสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ระหว่างกระบวนการผลิต จากนั้นเก็บตัวอย่างลำไยสด ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อนและหลังแช่เนื้อลำไย และลำไยอบแห้งสีทอง มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และกายภาพ

4.1.3.3.1 ลำไยสด

ลำไยสดที่ใช้เป็นวัตถุดิบคือ ลำไยพันธุ์อู๊ดอ กรวด 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)

4.1.3.3.2 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) และ

นอกจากนี้ยังพบว่ามีกลิ่นเหม็นคาวในเนื้อลำไยที่อบแห้ง เมื่ออุณหภูมิแห้งไปถึง 11 ชั่วโมง ซึ่งอาจเกิดจากการที่เนื้อลำไยมีน้ำมากเกินไป ทำให้เกิดเชื้อราขึ้นได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งการแช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อลำไยทำให้เกิดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไย และเนื้อลำไยหลังแช่สารละลายมีสีอ่อนลง เพราะสารซัลไฟต์มีคุณสมบัติช่วยฟอกสี และป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ได้ (นิธิยรัตน์พานนท์, 2549 และ Kim, 1995) จากผลการทดลองพบว่า สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์หลังแช่เนื้อลำไยมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 10-40 ppm ตลอดการแช่เนื้อลำไย (ตารางที่ 4.4) เนื่องจากขั้นตอนการเตรียมสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ พบว่ามีสารเคมีบางส่วนไม่ละลายน้ำทั้งหมด จึงทำให้ในขณะที่แช่เนื้อลำไยในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ สารเคมีละลายน้ำออกมาส่งผลให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าไม่ต่างกัน

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

4.1.3.3.3 ผลกระทบต่อลำไยอบแห้ง

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 5.1×10^6 cfu/g และยีสต์ 1.0×10^4 cfu/g ซึ่งเกินกว่าประกาศกรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 3 (2560) กำหนด เนื่องจากลำไยที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบไม่สมบูรณ์ บางผลแตกเน่า ลักษณะซ้ำจากการกดทับ ดังนั้นจึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์และยีสต์เจริญเติบโตได้ดี อีกทั้งยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งอาหารที่มีน้ำตาล โดยเฉพาะผลไม้ที่สุกงอม หรือมีตำหนิ และสามารถเกิดการปนเปื้อนก่อนการเก็บเกี่ยว และระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยยีสต์เจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีความชื้นสูง และมีค่าความเป็นกรด 2 ถึง 9 (FDA-BAM, 2003) ซึ่งลำไยสดมีสภาวะที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของยีสต์

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางด้านสี และลักษณะปรากฏของลำไยสด ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง

ตัวอย่าง	สี			ลักษณะปรากฏ
	L*	a*	b*	
ลำไยสด	41.89	-1.33	2.67	เปลือกผลสีน้ำตาลปนเหลือง บางผลแตกเน่า, เนื้อลำไยสีขาวขุ่น
ลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	63.19	-2.70	3.86	ลักษณะนิ่ม 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, เนื้อนิ่ม และ
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 และเคมี ของลำไยสด ลำไยระหว่างกระบวนการผลิต และลำไยอบแห้ง

ตัวอย่าง	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g/100 g)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดต่าง
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

ตารางที่ 4.4 ความเป็นกรดต่าง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำประปา สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ก่อน และหลังแช่เนื้อลำไย

ตัวอย่าง	ความเป็นกรดต่าง (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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 : %SO₂ เปลี่ยนแปลง

$$= \frac{\text{ปริมาณ SO}_2 \text{ ลำไยหลังแช่สารละลาย} - \text{ปริมาณ SO}_2 \text{ ลำไยระหว่างอบที่ } 60^\circ\text{C} \times 100}{\text{ปริมาณ SO}_2 \text{ ลำไยหลังแช่สารละลาย}}$$

ปริมาณ SO₂ ลำไยหลังแช่สารละลาย

*ระดับต่ำสุดที่ตรวจได้คือ 150 ppm ของโซเดียมซัลไฟต์ (ซัลไฟต์อิสระ)

**ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากลำไยหลังแช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ครั้งที่ 1, 6 และ 10

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 ซึ่งแตกต่างจากการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองจากผู้ประกอบการที่วางขายในตลาดในปี พ.ศ. 2560 จากผลการทดลองในข้อ 4.2 ที่พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง 229.19 ppm จากการสอบถามผู้ประกอบการพบว่า ส่วนมากมีการรับซื้อลำไยอบแห้งสีทองจากกลุ่มแม่บ้านบริเวณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงก่อนนำมาบรรจุขาย ซึ่งอาจไม่มีการควบคุมปริมาณการใช้สารฆ่าไฟต์ในระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้พบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งปริมาณมาก จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งสีทองของผู้ประกอบการจังหวัดลำพูนมีความปลอดภัยทั้งทางด้านเคมีและจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.6 ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในลำไยอบแห้งสีทอง*

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

4.2 คุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

4.2.1 คุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง ที่มีขายในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน

ทำการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองในปี พ.ศ.2560 ทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และในปี พ.ศ.2561 ทั้งหมด 8 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่า ปริมาณความชื้นของลำไยอบแห้งสีทองอยู่ในช่วง 12.42 ถึง 16.99% และ 13.60 ถึง 19.52% ตามลำดับ ซึ่งมาตรฐานลำไยอบแห้งสีทองต้องอยู่ระหว่าง 12-18% (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549) ปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.46 ถึง 0.64 และ 0.53 ถึง 0.72 ตามลำดับ โดยปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของผลไม้อบแห้ง และสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณน้ำอิสระที่สูงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เห็นเป็นชอบจะยื่นคืนเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Sagirli และคณะ, 2008) ซึ่งปริมาณน้ำอิสระที่ต่ำกว่า 0.61 ทำให้ยีสต์ และราไม่เจริญ (Tapai และคณะ, 2007) ปริมาณกรดทั้งหมดพบว่าอยู่ในช่วง 0.41 ถึง 0.68 g/100 g และ 0.41 ถึง 0.86 g/100 g ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 11.53 ถึง 12.40^oBrix และ 10.60 ถึง 12.27^oBrix ตามลำดับ ความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 6.42 ถึง 7.01 และ 6.19 ถึง 6.88 ตามลำดับ และปริมาณซัลเฟอร์ ไดออกไซด์ พบว่าอยู่ในช่วง 9.40 ถึง 229.19 ppm และ 9.96 ถึง 444.15 ppm ตามลำดับ ซึ่งซัลไฟต์และ สารประกอบซัลไฟต์เป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้ง (Russell และ Gould, 1999) โดยมีคุณสมบัติช่วยป้องกันการเจริญของยีสต์ รา และแบคทีเรีย และยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในประเทศไทยได้กำหนดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดคือ ไม่เกิน 500 ppm ในลำไยอบแห้งสีทอง (กระทรวงสาธารณสุข, 2561)

จากผลการสำรวจลำไยอบแห้งสีทองในปี พ.ศ.2560 จำนวน 10 ตัวอย่าง และ พ.ศ.2561 จำนวน 8 ตัวอย่าง มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินมาตรฐานกำหนด แต่พบว่ามีลำไยอบแห้งสีทองจำนวน 9 ตัวอย่าง จากปี พ.ศ.2561 และจำนวน 7 ตัวอย่าง จากปี พ.ศ.2561 มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 10 ppm ซึ่งเป็นลำไยอบแห้งสีทองที่ซื้อจากตลาด ไม่ระบุแหล่งผลิต และจากห้างสรรพสินค้า ทั้งนี้ พันธุ์สิริ สุทธิลักษณ์ (2556) รายงานว่าการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกินมาตรฐานที่กำหนด เกิดจากการไม่ควบคุมประเภทของสารซัลไฟต์ และปริมาณซัลไฟต์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และคณะ (2549) รายงานว่า ผลไม้อบแห้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 400 ppm นั้นมีระดับที่ยอมรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake; ADI) เกินกว่าที่องค์การอนามัยโลกกำหนดคือ 0.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว/วัน (WHO, 2000) เมื่อคำนวณจากน้ำหนักตัวผู้บริโภคน้ำหนัก 60 กิโลกรัม และได้รับปริมาณผลไม้อบแห้งมากกว่า 100 กรัม นอกจากนี้ยังมีรายงานการได้รับซัลไฟต์ว่าอาจทำให้เกิดอาการหอบหืด, การช็อก, หน้าบวม, หายใจติดขัด, ท้องเสีย, ปวดท้อง, คลื่นไส้ และอาเจียน (Yang และ Purchase, 1985) ดังนั้นผลไม้อบแห้งเหล่านี้อาจเป็นอันตรายต่อผู้ที่มีอาการไวต่อซัลไฟต์ได้ ถึงแม้ว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองที่ได้จากการสำรวจในปี พ.ศ.2560 และ 2561 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแต่ก็ยังเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคน้ำหนัก เนื่องจากมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 10 ppm ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 4.7 ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรดต่าง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองในปี พ.ศ.2560

ที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	ความชื้น(%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g /100 g)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดต่าง	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)
1	ไร่ดำรง/แพลตตินัม กรุงเทพ	14.67±0.32	0.49±0.00	0.67±0.02	11.60±0.12	6.97±0.03	75.56±3.78
2	Trade mark/เขาวราช กรุงเทพ	13.22±0.12	0.50±0.00	0.49±0.01	11.53±0.12	6.64±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	6.98±0.02	9.40±0.00
4	ไม้ระบูน/เขาวราช กรุงเทพ	14.66±0.37	0.64±0.00	0.41±0.01	11.73±0.12	7.01±0.01	11.74±0.00
5	ชั้นคราวน์/เลมอนฟาร์ม เขตประเวศ กรุงเทพ	14.48±0.32	0.55±0.00	0.60±0.01	12.40±0.00	6.87±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	6.99±0.01	28.97±7.36
7	ต้นเก็ด/สันป่าตอง เชียงใหม่	13.14±0.45	0.52±0.00	0.45±0.01	12.13±0.12	6.82±0.01	44.13±3.26
8	เจฟรุ๊ต/คิงพาวเวอร์สุวรรณภูมิ สมุทรปราการ	15.20±0.39	0.61±0.00	0.68±0.01	12.00±0.00	6.42±0.01	11.39±0.62
9	มณีรัตน์/เขาวราช กรุงเทพ	12.42±0.10	0.46±0.00	0.54±0.00	11.53±0.12	6.42±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	6.81±0.02	229.19±12.14

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.8 ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรดต่าง และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองในปี พ.ศ.2561

ที่	ยี่ห้อ/แหล่งซื้อ	ความชื้น(%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g /100 g)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดต่าง	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

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 919 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2532) และ Food and Drug Administration (1984) ระบุว่าผลไม้อบแห้งต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมปะปน เช่น แมลง, ขนสัตว์, ดิน, หิน, ทราาย, ชิ้นส่วนแมลง และเศษโลหะ จากการศึกษาสิ่งแปลกปลอมที่ตรวจพบในลำไยอบแห้งสีทองในปี พ.ศ.2560 จำนวน 10 ตัวอย่าง ตรวจพบเส้นผม ชิ้นส่วนผลไม้ และวัตถุแข็งที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ (รูปที่ 4.8)

Food and Drug Administration (1999) ได้อธิบายวัตถุแปลกปลอมที่แข็ง และคมที่มีขนาด 7 ถึง 25 มิลลิเมตร อาจทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการฉีกขาดของเนื้อเยื่อภายในช่องปาก, ฟันและเหงือก, ลิ้น, คอ, ภาวะอาหาร และลำไส้ได้ จากการสำรวจพบเส้นผม ซึ่งไม่จัดเป็นอันตรายทางกายภาพและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมในผลไม้อบแห้งอาจมาจากในระหว่างกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาที่ไม่มีการควบคุมแมลงและสัตว์พาหะ รวมทั้งสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงาน



รูปที่ 4.8 เส้นผมในลำไยอบแห้งสีทอง (ก), ชิ้นส่วนผลไม้ในลำไยอบแห้งสีทอง (ข, ค) และวัตถุแข็งในลำไยอบแห้งสีทอง (ง)

4.3 การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

จากการศึกษาข้อ 4.2 พบว่า ลำไยอบแห้งสีทองจากตลาดส่วนใหญ่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินค่าความปลอดภัย คือ มากกว่า 10 ppm ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคที่ไวต่อสารนี้ได้ จึงได้ทำการศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง ได้แก่ การใช้เตาไมโครเวฟที่ กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 5 นาที การใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที, 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีและ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง การลวกในน้ำร้อนนาน 5 นาที และการตากแดดนาน 4 ชั่วโมง เพื่อลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยก่อนการบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ผลของการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง

ลักษณะลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อน เปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุมดังแสดงในรูปที่ 4.9 พบว่าลำไยอบแห้งสีทองจะมีลักษณะแห้ง สีน้ำตาลเข้มขึ้น และเนื้อแข็ง เนื่องจากการระเหยน้ำระหว่างการให้ความร้อน และลำไยที่ผ่านการลวกน้ำร้อนเนื้อลำไยจะมีลักษณะนิ่ม สีคล้ำ และชุ่มน้ำ สอดคล้องกับค่าความสว่าง (L^*) ของลำไยอบแห้งลดลง และค่าความเป็นสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.9) เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning) เมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนสูงจะเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) ให้เป็นคาราเมล (caramels) (อมรรัตน์ จงสวัสดิ์วีรกุล และถัฒตา เหมาะสุวรรณ, 2545)

ลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้เตาไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อนพบมีความชื้น และปริมาณน้ำอิสระลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งชุดควบคุม เนื่องจากการระเหยของน้ำระหว่างการให้ความร้อน ยกเว้นวิธีการลวกทำให้ลำไยเกิดการดูดน้ำจึงมีความชื้น และปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ลำไยอบแห้งที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ ยกเว้นการลวก มีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดต่างที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งชุดควบคุม

ลำไยอบแห้งสีทองมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เริ่มต้น (ชุดควบคุม) 268.58 ppm เมื่อนำมาลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการต่างๆ มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังแสดงในตารางที่ 4.10 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 เกิดการรวมตัวกลายเป็นกรดซัลฟูริก (H_2SO_3) (Ashar, 2016) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุชาดา ทองศรี (2549) ที่ระบุว่า การแช่ผลลำไยสดที่รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำนาน 5 ถึง 15 นาที สามารถลดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกผลได้ 23 ถึง 37% และการลวกสามารถลดการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพุทราจีน และเห็ดหูหนูขาวได้ 80 และ 90% ตามลำดับ (จินตนา กิจเจริญวงศ์ และยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการลดปริมาณ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	%การ เปลี่ยนแปลง น้ำหนัก*	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำ อิสระ	ปริมาณกรด ทั้งหมด (g/100g)	ปริมาณของแข็งที่ ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรด ค่า (pH)	สี		
							L*	a*	b* (NS)
ชุดควบคุม	0.00 ± 0.00 ^a	15.70 ± 0.29 ^c	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 ^c	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

ตารางที่ 4.10 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (%SO₂) ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีต่างๆ

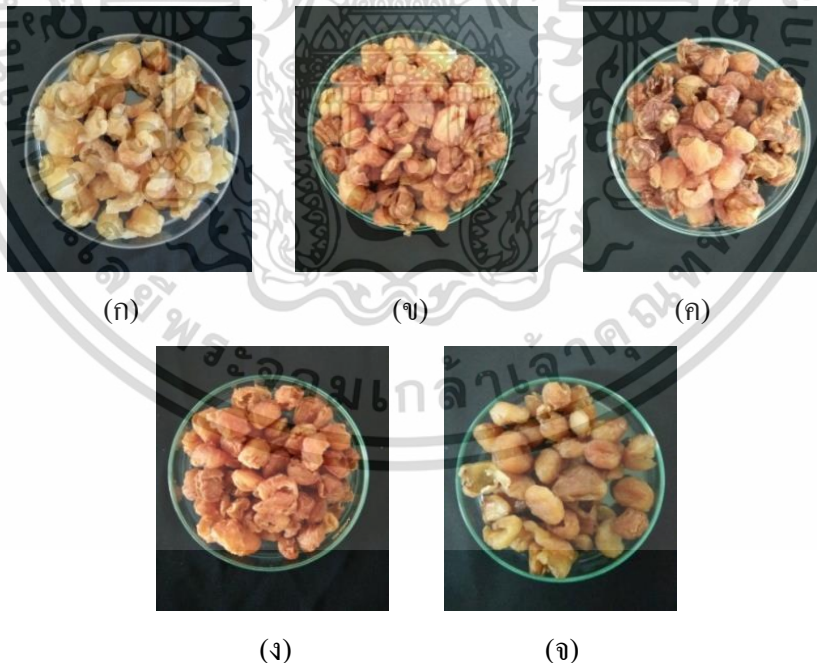
วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)	%SO ₂ เปลี่ยนแปลง*
ชุดควบคุม	268.58 ± 29.92 ^b	0.00
ไมโครเวฟ 400 วัตต์, 5 นาที	326.95 ± 34.38 ^c	+21.73
ลมร้อน 150°C, 15 นาที	281.87 ± 30.63 ^{bc}	+4.95
ลมร้อน 60°C, 15 ชั่วโมง	325.76 ± 29.73 ^c	+21.29
ลวกน้ำร้อน 95°C, 5 นาที	109.49 ± 16.79 ^a	-59.23

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

*%SO₂ ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (+), %SO₂ ที่เปลี่ยนแปลงลดลง (-)

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



รูปที่ 4.9 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการลดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ไมโครเวฟ (ข), การใช้ลมร้อนที่ 150 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (ค), การใช้ลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง (ง) และการลวกน้ำร้อน (จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่าการใช้ไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อนไม่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทองได้ ยกเว้นการลวกน้ำร้อนที่สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้มากกว่า 50% แต่เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากทำให้ลำไยมีลักษณะเนื้อนุ่ม สีคล้ำ และชุ่มน้ำ (รูปที่ 4.9) มีความชื้น 49.82% และปริมาณน้ำอิสระ 0.91 (ตารางที่ 4.9) ซึ่งไม่เป็นไปตามที่มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช.8-2549 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549) กำหนด

4.3.2 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 4.10 และตารางที่ 4.11 พบว่าลำไยอบแห้งที่ได้มีน้ำหนักลดลง ลักษณะของลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง เนื้อลำไยอบแห้งมีลักษณะแห้งและมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งชุดควบคุม สอดคล้องกับค่าความสว่าง (L^*) ที่ลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ที่เพิ่มมากขึ้น และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) 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 และการตากแดด มีความชื้นลดลงจาก 14.04% เป็น 11.70 และ 11.58% และปริมาณน้ำอิสระลดลงจาก 0.53 เป็น 0.44 และ 0.45 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11)

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 4.12) เมื่อเปรียบเทียบกับลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุมที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 395.40 ppm สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ozkan และ Cemeroglu (2002a) ที่ระบุว่าที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อผลไม้แบบทิศทางเดียว (monophasic pattern) คือระเหยซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากบริเวณผิว และในเนื้อผลไม้อบแห้ง นอกจากนี้เป็นไปได้ว่าการตากแดดแม้จะมีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมระหว่าง 38 ถึง 43 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีลม และเป็นพื้นที่เปิดโล่ง เมื่อเกิดการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะไม่ถูกดูดซึมกลับเข้ามาในผลไม้อบแห้งอีก (ประสิทธิ์ ชูติชูเดช, 2544) แต่การตากแดดเป็นวิธีที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอได้ และการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ควรระมัดระวังเรื่องอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ เนื่องจากมีผลทำให้ลักษณะผลิตภัณฑ์แห้ง และมีสีที่เข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางเคมี และกายภาพ ในลำไยอบแห้งสีทองที่ผ่านการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ลมร้อน และการตากแดด

วิธี	%การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก*	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณกรดทั้งหมด (g/100g) (NS)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	ความเป็นกรดต่าง (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



(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.10 ลำไยอบแห้งสีทองชุดควบคุม (ก), ลำไยที่ผ่านการใช้ลมร้อน 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที (ข), และการตากแดด นาน 4 ชั่วโมง (ค)

ตารางที่ 4.12 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (%SO₂) 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

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

*%SO₂ ที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น (+), %SO₂ ที่เปลี่ยนแปลงลดลง (-)

^{a-c} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(p ≤ 0.05)

4.4 การเตรียมชาลำไยจากเนื้อลำไยอบแห้งและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ

4.4.1 การเตรียมชาลำไย และปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์ชาจากลำไยอบแห้ง

ทำการเตรียมชาลำไยโดยนำลำไยอบแห้งสีทอง (รูปที่ 4.11ก) มาทำการหั่นและปั่นด้วยเครื่องปั่นเป็ยกสแตนเลส (รูปที่ 4.11ข) ก่อนนำไปอบลมร้อน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสให้เนื้อลำไยระเหยน้ำออกอย่างสม่ำเสมอ เมื่อครบเวลาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง (รูปที่ 4.11ค) ได้ชาลำไยที่มีลักษณะเป็นชิ้นใหญ่ หยิบ เกาะกลุ่มกัน มีขนาดไม่สม่ำเสมอ จึงทำการลดขนาดชาลำไยโดยใช้เครื่องปั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบผสมอีกครั้ง ซาล้าโยที่ผ่านการลดขนาดจะมีขนาดเล็ก และสม่ำเสมอ (รูปที่ 4.11ง) ก่อนนำไปบรรจุของชาน้ำหนัก 8 กรัม สำหรับการชงชาต่อไป (รูปที่ 4.11จ)



(ก)

(ข)

(ค)



(ง)

(จ)

รูปที่ 4.11 วัตถุดิบล้าโยอบแห้งสีทอง (ก), ซาล้าโยก่อนอบ (ข), ซาล้าโยหลังอบ (ค), ซาล้าโยหลังลดขนาด (ง) และซาล้าโยบรรจุของชา (จ)

ผลการวิเคราะห์ความชื้น และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในวัตถุดิบ พบว่า วัตถุดิบล้าโยอบแห้งสีทองมีความชื้น 15.09% และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 329.55 ppm เมื่อผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง จนได้ซาล้าโย พบว่ามีความชื้นและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 9.66% และ 241.05 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13) ซึ่งซาล้าโยมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 280 พ.ศ.2547 กำหนดคือ น้อยกว่า 10% แต่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในซาล้าโยเกินกว่า 10 ppm

จากนั้นนำซาล้าโยบรรจุของมาศึกษาผลการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของเครื่องดื่มซาล้าโยการบริโภคผลิตภัณฑ์ โดยการแช่ซาล้าโยบรรจุของลงในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วใช้ช้อนกดที่ถุงชา ก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำชา และเนื้อชาที่แยกหลังจากแช่นาน 10 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 คุณภาพของชาลำไย และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเครื่องดื่มชาลำไย และเนื้อชาลำไย หลังแช่น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 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
เนื้อชาลำไยหลังแช่น้ำร้อน 10 นาที	-	29.42 ± 1.79

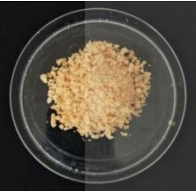
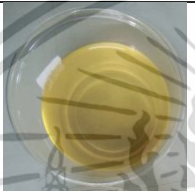
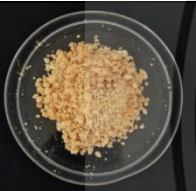

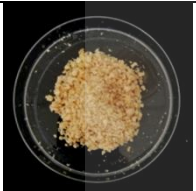
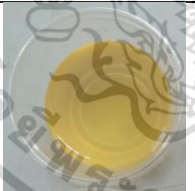
หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ

4.4.2.1 ชนิดของกรดที่เหมาะสมในชาลำไย

ทำการเตรียมชาลำไย โดยนำชาลำไยที่ได้จากการเตรียมในข้อ 4.4.1 (ชาลำไยชุดควบคุม) มาผสมกรด ได้แก่ กรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก หรือโซเดียมซิเตรต น้ำหนัก 500 มิลลิกรัม/ถุง ก่อนนำไปบรรจุซองชา 8 กรัม ซึ่งชาลำไยผสมกรดทั้ง 3 สูตร มีลักษณะไม่แตกต่างกัน คือ ชาสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมลำไย (ตารางที่ 4.14) เมื่อนำมาชงชา พบว่ารสชาติของน้ำชาลำไยผสมกรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิกมีรสเปรี้ยวแหลม และรสหวานจากลำไย แต่น้ำชาลำไยผสมโซเดียมซิเตรตไม่มีรสเปรี้ยว มีรสเค็มเล็กน้อย และรสหวานจากลำไย ซึ่งผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จำนวน 30 คน โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (nine-point hedonic scales) พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และสี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีความชอบอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง ปัจจัยด้านอื่นๆ ได้แก่ กลิ่นลำไย รสหวาน รสเปรี้ยว และรสชาติรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งกลิ่นลำไย และรสหวาน มีความชอบอยู่ในเกณฑ์เฉยๆ-ชอบเล็กน้อย และรสเปรี้ยวของชาลำไยผสมกรดซิตริกและชาลำไยผสมกรดแอสคอร์บิกมีความชอบอยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบปานกลาง-ไม่ชอบเล็กน้อย ยกเว้นชาลำไยผสมโซเดียมซิเตรตที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย สอดคล้องกับการให้คะแนนความชอบในรสชาติรวม (ตารางที่ 4.14) เมื่อเรียงลำดับความชอบในชาลำไยผสมกรดทั้ง 3 สูตร พบว่า ผู้บริโภคชอบชาลำไยผสมโซเดียมซิเตรตมากที่สุด รองลงมาคือ กรดแอสคอร์บิก และกรดซิตริก ตามลำดับ แต่เนื่องจากชาลำไยผสมโซเดียมซิเตรตมีลักษณะขุ่น ไม่มีรสเปรี้ยวของกรด และมีผลข้างเคียงของโซเดียมซิเตรตทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ หากร่างกายได้รับในปริมาณที่สูงจะทำให้เลือดเสียสมดุล เกิดความดันโลหิตสูง ส่งผลให้เกิดภาวะไตวาย เนื่องจากไตทำงานหนัก (แพรวพรรณ สุวิวงศ์, 2560) จึงพิจารณาตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับถัดมา

ตารางที่ 4.14 ลักษณะของชาลำไย และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาลำไยผสมกรดทั้ง 3 สูตร

ตัวอย่าง	ลักษณะของชาลำไย และน้ำชา		ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ชาลำไย	น้ำชาลำไย	ลักษณะปรากฏ (NS)	สี (NS)	กลิ่นลำไย	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสชาติรวม
ชาลำไย ผสมกรดซิตริก			6.47±1.55	6.73±1.78	5.07±2.08 ^a	4.03±2.28 ^a	3.47±2.19 ^a	3.67±2.26 ^a
	ชาสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมลำไย	น้ำชาสีเหลือง ใส มีกลิ่นลำไย และกลิ่นกรดเล็กน้อย						
ชาลำไยผสมกรด แอสคอร์บิก			6.33±1.73	6.37±2.08	5.07±1.80 ^a	4.57±2.16 ^a	4.20±2.25 ^a	4.93±2.18 ^b
	ชาสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมลำไย	น้ำชาสีเหลือง ใส มีกลิ่นลำไย และกลิ่นกรดจุน						
ชาลำไยผสม โซเดียมซิเตรด			6.80±1.75	6.90±2.07	6.50±2.26 ^b	5.93±2.33 ^b	6.03±2.40 ^b	6.30±2.23 ^c
	ชาสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมลำไย	น้ำชาสีเหลือง ขุ่น มีกลิ่นลำไย						

หมายเหตุ: แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ^{a-c} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวอย่างที่พิจารณาคัดมา คือ ชาลำไยผสมกรดแอสคอร์บิก แต่ผู้บริโภคนเสนอแนะว่าน้ำชาลำไยผสมกรดแอสคอร์บิกมีกลิ่นกรดแรง คล้ายกลิ่นเน่าของลำไย จึงได้คัดเลือกชาลำไยผสมกรดซิตริกมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ผู้บริโภคมักมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรสชาติของชาลำไยผสมกรดซิตริกว่ามีกลิ่นหอมของลำไย และมีรสหวานน้อยเกินไป และมีรสเปรี้ยวจากกรดมากเกินไป จึงได้ทำการพัฒนาสูตรโดยเน้นปรับปรุงด้านกลิ่น และรส โดยการเพิ่มด้านกลิ่น และความหวานของลำไย และลดความเปรี้ยวจากกรดลง

4.4.2.2 ศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ชาลำไย

นำชาลำไยผสมกรดซิตริกที่ได้คัดเลือกจากผลการทดลองที่ 4.4.2.1 มาพัฒนาสูตร โดยทำการเตรียมชาลำไยผสมกรดซิตริกในอัตราส่วนชาลำไย:กรดซิตริก (กรัม:กรัม) 10:0.125, 10:0.250, 15:0.125 และ 15:0.250 ตามลำดับ ต่อ 1 ถ้วย ทั้งหมด 10 ถ้วย ชงชา และนำน้ำชาลำไยมาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค จำนวน 30 คน ซึ่งผลการทดสอบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (nine-point hedonic scales) พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นลำไย รสหวาน และรสชาติรวมของชาลำไยผสมกรดซิตริก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีความชอบอยู่ในเกณฑ์เฉยๆ-ชอบปานกลาง แต่ความชอบด้านรสเปรี้ยวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.15) โดยผู้บริโภคให้ความพึงพอใจชาลำไยที่มีการเติมกรดซิตริกในปริมาณน้อย อัตราส่วนชาลำไย:กรดซิตริก (กรัม:กรัม) 10:0.125 โดยมีคะแนนความชอบด้านรสเปรี้ยวอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย สอดคล้องผลคะแนนความชอบรวมที่ผู้บริโภครับชอบมากที่สุด

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาลำไยผสมกรดซิตริกทั้ง 4 สูตร

อัตราส่วนชา ลำไย:กรดซิตริก (กรัม:กรัม)	ลักษณะ ปรากฏ (NS)	สี (NS)	กลิ่นลำไย (NS)	รสหวาน (NS)	รสเปรี้ยว	รสชาติรวม (NS)
10:0.125	6.83±1.73	6.57±1.63	6.30±1.99	5.93±2.36	5.93±2.41 ^b	6.17±2.26
10:0.250	6.20±1.56	6.17±1.53	5.87±1.74	5.63±1.63	4.63±2.08 ^a	5.30±2.34
15:0.125	6.53±1.48	6.37±1.52	5.53±1.94	5.67±2.06	5.37±1.75 ^{ab}	5.77±2.18
15:0.250	6.50±1.53	6.30±1.49	5.87±1.94	6.00±1.93	5.27±2.16 ^{ab}	6.07±1.98

หมายเหตุ: แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a,b} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.5.3 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาลำไย

ทำการเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของชาลำไยชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมกรดจากข้อ 4.4.1 และชาลำไยผสมกรดซิตริกสูตรที่พัฒนาขึ้นที่อัตราส่วนชาลำไย:กรดซิตริก 10:0.125 กรัม (รูปที่ 4.12) พบว่าชาลำไยชุดควบคุม และชาลำไยผสมกรดซิตริกมีคุณภาพทางกายภาพ และเคมี โดยมีความชื้นอยู่ในช่วง 9.30-9.34 ปริมาณน้ำอิสระ 0.43 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 8.47°Brix ค่าความสว่าง (L^*) 61.00-64.49, ค่าความเป็นสีแดง (a^*) 6.89-6.91 และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) 26.04-26.68 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ตามลำดับ ยกเว้นปริมาณกรดทั้งหมดและความเป็นกรด พบว่าชาลำไยผสมกรดซิตริกมีปริมาณกรดทั้งหมดมากกว่าชาลำไยชุดควบคุม (ตารางที่ 4.16) สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรดต่างลดลงในน้ำชาลำไยผสมกรดซิตริก (ตารางที่ 4.17) เนื่องจากกรดซิตริกมีคุณสมบัติเป็นสารควบคุมความเป็นกรด (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) จึงทำให้ค่าความเป็นกรดในผลิตภัณฑ์ลดลง และลักษณะปรากฏของน้ำชาที่มีการเติมกรดซิตริกพบว่า มีความสว่างมากกว่าน้ำชาจากชาลำไยชุดควบคุม เพราะกรดซิตริกสามารถช่วยคงสภาพสีในผลิตภัณฑ์ได้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) ทั้งนี้ตรวจไม่พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำชาเมื่อตรวจวัดโดยใช้กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์



รูปที่ 4.12 ชาลำไยชุดควบคุม (ก) และชาผสมกรดซิตริกที่มีอัตราส่วนชาลำไย:กรดซิตริก 10:0.125 กรัม (ข)

ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยการใช้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (nine-point hedonic scales) พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นลำไย รสเปรี้ยว และรสชาติรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยมีความชอบอยู่ในเกณฑ์เฉยๆ-ชอบปานกลาง ยกเว้นความเปรี้ยวในน้ำชาจากชาลำไยผสมกรดซิตริกที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ไม่ชอบเล็กน้อย-เฉยๆ (ตารางที่ 4.18) ซึ่งมีข้อเสนอแนะจากผู้บริโภคว่าต้องการให้ลดความเปรี้ยวของชาลำไยผสมกรดลงอีก นอกจากนี้ในด้านบรรจุภัณฑ์ของถุงชา พบว่า ผู้บริโภคต้องการถุงชาที่มีด้ายบนถุงชาเพื่อช่วยให้สะดวกในการจุ่มชาขึ้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของชาลำไยชุดควบคุม และชาลำไยผสมกรดซิตริก

ตัวอย่าง	ความชื้น (%) (NS)	ปริมาณน้ำอิสระ (NS)	ปริมาณกรดทั้งหมด (g citric acid/100 g)	ความเป็นกรดค่า	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) (NS)	สี (NS)		
						L*	a*	b*
ชาลำไยชุดควบคุม	9.30 ± 0.07	0.43 ± 0.00	0.42 ± 0.01 ^a	6.85 ± 0.01 ^a	8.47 ± 0.12	61.00 ± 2.32	6.91 ± 0.37	26.04 ± 0.47
ชาลำไยผสมกรดซิตริก**	9.34 ± 0.08	0.43 ± 0.00	1.50 ± 0.02 ^b	4.77 ± 0.03 ^b	8.47 ± 0.12	64.49 ± 1.16	6.89 ± 0.84	26.68 ± 1.08

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, *ชาที่มีอัตราส่วนชาลำไย:กรดซิตริก 10:0.125 กรัม

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

NS หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.17 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของน้ำชาลำไยชุดควบคุม และชาลำไยผสมกรดซิตริก

ตัวอย่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด (g citric acid/100 g)	ความเป็นกรดค่า	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) (NS)	สี		
				L*	a* (NS)	b* (NS)
น้ำชาลำไยชุดควบคุม	0.05 ± 0.01 ^a	6.76 ± 0.03 ^a	3.07 ± 0.12	66.64 ± 2.05 ^a	1.93 ± 0.66	20.57 ± 1.46
น้ำชาลำไยผสมกรดซิตริก**	0.13 ± 0.01 ^b	4.34 ± 0.05 ^b	3.07 ± 0.12	74.43 ± 0.99 ^b	1.63 ± 0.11	21.10 ± 1.18

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**น้ำชาที่มีอัตราส่วนชาลำไย:กรดซิตริก 10:0.125 กรัม

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

NS หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาลำไยชูดควบคุม และน้ำชาลำไยผสมกรดซิตริก

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นลำไย	รสหวาน	รสเปรี้ยว	รสชาติรวม
น้ำชาลำไยชูดควบคุม	6.77±1.04 ^b	6.73±1.28 ^b	6.90±0.67 ^b	5.93±1.64	6.13±1.63 ^b	6.43±1.57 ^b
น้ำชาลำไยผสมกรดซิตริก	6.00±1.53 ^a	5.90±1.42 ^a	6.13±1.41 ^a	5.46±1.61	4.87±1.70 ^a	5.37±1.81 ^a

หมายเหตุ : แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*น้ำชาที่มีอัตราส่วนชาลำไย:กรดซิตริก 10:0.125 กรัม

^{a,b} หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวตั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

NS หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.19 ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในชาลำไยชูดควบคุม และชาลำไยผสมกรดซิตริก

เชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจสอบ	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์	
	ชาลำไยชูดควบคุม	ชาลำไยผสมกรดซิตริก
1. จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	1.6×10^4	6.1×10^3
2. ยีสต์ (cfu/g)	1.9×10^3	<10
3. รา (cfu/g)	$5.5 \times 10^{\text{est}}$	$2.5 \times 10^{\text{est}}$
4. <i>E. coli</i> (cfu/g)	$1.2 \times 10^{\text{est}}$	<10
5. Coliforms (cfu/g)	<10	<10

หมายเหตุ : est คือ Estimated count

จากการตรวจปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในชาลำไยชูดควบคุม และชาลำไยผสมกรดซิตริก (ตารางที่ 4.19) พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.6×10^4 และ 6.1×10^3 cfu/g ชาลำไยชูดควบคุมตรวจพบยีสต์ 1.9×10^3 cfu/g รา 5.5×10 cfu/g และ *E. coli* 1.2×10^2 cfu/g ตามลำดับ ชาลำไยผสมกรดซิตริกตรวจพบเพียงเชื้อรา 2.5×10 cfu/g และตรวจไม่พบ Coliforms ในชาลำไยทั้งสองตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าชาลำไยผสมกรดซิตริกมีชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบน้อยกว่าชาลำไยชูดควบคุมที่ไม่ได้ผสมกรด เนื่องจากกรดซิตริกเป็นกรดอ่อนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

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

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

จากการสำรวจคุณภาพทางเคมี กายภาพ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสีทอง ในปี พ.ศ.2560 จำนวน 10 ตัวอย่าง และ พ.ศ.2561 จำนวน 8 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณความชื้นของลำไยอบแห้งสีทองอยู่ในช่วง 12.42 ถึง 16.99% และ 13.60 ถึง 19.52% ตามลำดับ และมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ในช่วง 9.40 ถึง 229.19 ppm และ 9.96 ถึง 444.15 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด แต่พบว่าลำไยอบแห้งสีทองจำนวน 9 ตัวอย่าง จากปี พ.ศ.2561 และจำนวน 7 ตัวอย่าง จากปี พ.ศ.2561 มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากกว่า 10 ppm สามารถเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้โดยเฉพาะผู้ที่แพ้สารซัลไฟอย่างรุนแรง

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 เนื้อลำไยมีลักษณะนิ่ม สีคล้ำ และชุ่มน้ำ นอกจากนี้พบว่าการใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และการตากแดดนาน 4 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 21.27 และ 10.05% ตามลำดับและลำไยยังมีคุณภาพเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

จากการศึกษาความปลอดภัยในการบริโภคจากลำไยอบแห้ง พบว่า การแช่ลำไยในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ไม่พบการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาลำไยผสมกรดสำหรับผู้สูงอายุ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับชาลำไยผสมกรดชนิดรีทาร์ทาส่วนชาลำไย:กรดชนิดรีทาร์ทิก 10:0.125 กรัม ชาลำไยมีรสเปรี้ยว กลิ่นหอมของลำไย และมีความชอบอยู่ในเกณฑ์เฉยๆ-ชอบปานกลาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ลำไยอบแห้งสี่ทองตั้งแต่วัสดุกระบวนการผลิต ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่าย พบการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด แต่เกินค่าความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคลดความเสี่ยงต่อการรับประทานซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินกำหนด ดังนั้นผู้บริโภคควรเลือกรับประทานลำไยอบแห้งสี่ทองจากแหล่งผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ เพื่อลดโอกาสการตกค้างของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกินมาตรฐานในผลิตภัณฑ์จากแหล่งผลิตที่ไม่ได้ควบคุมกระบวนการผลิต หากผู้บริโภคไม่สามารถเลี่ยงที่จะรับประทานได้ ควรรับประทานแต่น้อย หรือใช้วิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังที่เสนอมา และผู้ผลิตควรมีการลดปริมาณ หรือการควบคุมการใช้สารกลุ่มซัลไฟต์ ได้แก่ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ในระหว่างกระบวนการผลิตเพื่อลดการตกค้างในผลิตภัณฑ์ หรือใช้สารทดแทนซัลไฟต์อื่นๆ ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งหน่วยงานราชการสามารถนำข้อมูลการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยอบแห้งสี่ทองไปใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมปริมาณการใช้สารซัลไฟต์ และ/หรือ ปรับปรุงค่าระดับที่ยอมรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) ของสารกลุ่มซัลไฟต์ และผลิตภัณฑ์ชาลำไย และชาลำไยผสมกรดชนิดรีทาร์ทิกที่พัฒนาขึ้นมีประโยชน์ต่อร่างกาย และปลอดภัยต่อผู้บริโภคโดยเฉพาะผู้สูงอายุ ควรมีการพัฒนาในด้านบรรจุภัณฑ์ต่อไป

บทที่ 6

สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

6.1 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ Publications)

- การประชุม / สัมมนา ระดับชาติ (National Conference)

Somprasong, S., A. Swetwivathana, 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.

6.2 การผลิตบัณฑิต

- ระดับปริญญาโท 1 คน

นางสาวสิริภรณ์ สมประสงค์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2561

6.3 การผลิต ชิ้นงาน/นวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ชาลำไยสำหรับผู้สูงอายุ เป็นผลิตภัณฑ์ชาลำไยผสมกรดซิตริกชนิดชง บรรจุอยู่ในซองชาเยื่อกระดาษน้ำหนัก 10 กรัม สามารถชงในน้ำร้อนได้ครั้งละ 150 มิลลิลิตร ผงชามีสีน้ำตาลอ่อน เมื่อชงแล้วจะได้น้ำชาสีเหลืองใสที่มีรสหวานอมเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมของลำไย การเพิ่มกรดซิตริกช่วยเพิ่มรสชาติ และปรับปรุงคุณภาพด้านสี การบริโภคชาลำไยจากเนื้อลำไยทำให้มีประโยชน์ต่อร่างกาย และเพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุต่างๆในร่างกาย เหมาะแก่ผู้บริโภคทุกวัย โดยเฉพาะผู้สูงอายุ

บรรณานุกรม

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 8-2549 เรื่อง เนื้อลำไยสดอบแห้ง.** คัดจากพระราชกฤษฎีกาเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่มที่ 123 ตอนที่ 99 ง.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2547. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 280 เรื่อง มาตรฐานไฟร.** คัดจากพระราชกฤษฎีกาเบกษา ฉบับที่ประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษที่ 82 ง.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2554. **ข้อมูลสารเคมีที่ศึกษาเพื่อออกประกาศควบคุมโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.fda.moph.go.th>. 20 กุมภาพันธ์ 2562
- กระทรวงสาธารณสุข. 2560. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ.** คัดจากพระราชกฤษฎีกาเบกษา ฉบับที่ 2 เล่ม 134 ตอนพิเศษที่ 97 ง.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2561. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 389 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร.** คัดจากพระราชกฤษฎีกาเบกษา ฉบับที่ 5 เล่ม 135 ตอนพิเศษที่ 178 ง.
- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2532. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มกอ. 919-2532 เรื่อง ผลไม้แห้ง.** คัดจากพระราชกฤษฎีกาเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 107 ตอนที่ 12.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. **เอกสารวิชาการ ลำไย.** กรุงเทพฯ : 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. **เงินแข็งเตือนลำไยสดจากไทยพบสาร SO₂ 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.
- ชันทอง เพ็ชรนอก, ทะนงพันธ์ สัจจาปาละ, ก่อเกียรติ ศาสตร์ินทร์ และกนกวรรณ ตุ่นสกุล. 2553. **สิ่งแปลกปลอมในพาสต้าที่นำเข้าจากต่างประเทศ.** วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 52(1-2) : 40-50.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำนึ่ง วาทโยธา. 2545. การอบกล้วยด้วยเครื่องอบจำลองรูปแบบการทำงานของเครื่องอบไมโครเวฟร่วมกับสายพานลำเลียง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 33(6) : 11-15.
- จักรพงษ์ พิมพ์พิมล, จาตุพงศ์ วาฤทธิ และสมเกียรติ จตุรงค์ลำเลิศ. 2550. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) กับผลลำไยสดด้วยวิธีหมუნเวียนอากาศแบบ forced-air. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว). กรุงเทพฯ
- จินตนา กิจเจริญวงศ์ และ ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์. 2558. การประเมินการได้รับสัมผัสของซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการบริโภคผักและผลไม้แห้งนำเข้าจากต่างประเทศของคนไทย พ.ศ. 2548-2557. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 57(1) : 58-68.
- จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, ประเวทย์ ดุ้ยเต็มวงศ์, พิเชษฐ์ ลิ้มสุวรรณ, วรพจน์ สุนทรสุข, นิตยา เกตุแก้ว และแสงเงิน ไกรสิงห์. 2545. การศึกษาความเป็นไปได้ในการลด/กำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ในลำไยด้วยวิธีการใช้ระบบโอโซน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 33 (6) : 143-146.
- นัทรชัย ไตรทอง. 2552. วิตามินซี (Ascorbic acid). แพทยสารทหารอากาศ. 55 (1) : 32-41.
- คณัฏฐ พงษ์พัชราทรเทพ. 2557. พฤติกรรมผู้บริโภค “ลำไยอบแห้ง” ในตลาดประเทศจีน. Postharvest Newsletter. 13 (มกราคม-มีนาคม) : 5-7.
- ดารณี หมู่จรพันธ์. 2552. ภาวะเบี่ยงของอาหารก่อกุมิแพ้ที่ต้อรู้. Q for food. 144 : 69-71.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บริษัท ไฮเทค ไบโอ (ประเทศไทย) จำกัด. มปป. คุณประโยชน์ของลำไย. กรุงเทพฯ : ไฮเทค ไบโอ (ประเทศไทย)
- บริษัท มิลลิพอร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด. มปป. วิธีการใช้กระดาษทดสอบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfite Test) MQuant™. กรุงเทพฯ : มิลลิพอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ประสิทธิ์ ชูติชูเดช. 2544. การประเมินศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการพัฒนาคุณภาพลำไยอบแห้ง. เก่นเกษตร. 29(2) : 69-79.
- พาวิน มะโนชัย. 2543. ลำไย. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : สิรินาฏการพิมพ์.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. 2561. ซัลไฟต์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1937/potassium-metabisulfite-e224>. 5 ธันวาคม 2561
- พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์, ดุษฎี ณ ลำปาง และราไพพรรณ อภิชิตพงษ์ชัย. 2542. ลำไย. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง.
- แพรวพรรณ สุริวงศ์. 2560. โซเดียม ภัยร้ายที่ไม่ควรมองข้าม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.thaihealth.or.th>. 4 มีนาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาวดี ช่วยเจริญ. มปป. **ชาสมุนไพร ทางเลือกของการดื่มชา.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://research-hcu.hcu.ac.th/wp-content/uploads>. 27 กุมภาพันธ์ 2562
- ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์, กิตติมา โสณะมิตร และวันทนีย์ ขำเลิศ. 2549. **ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในผักและผลไม้ พ.ศ. 2542-2546.** วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 48 (1) : 46-58.
- รศรินทร์ เกรย์, อุมภรณ์ ภัทรวานิชย์, เฉลิมพล แจ่มจันทร์ และเรวดี สุวรรณพเก้า. 2556. **มนัสนันท์ใหม่ของนิยามผู้สูงอายุ มุมมองเชิงจิตวิทยาสังคม และสุขภาพ.** 2. นครปฐม : โรงพิมพ์เดือนตุลา.
- ศุภาพิชญ์ ชัดทา. 2551. **การพัฒนาชาชงผสมลำไย พุทราจีนและใบหม่อน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่ ศูนย์วิจัยสุขภาพกรุงเทพ. 2557. **อาหารการกินในวัยผู้สูงอายุ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.bangkokhealth.com>. 15 มิถุนายน 2559
- ศรีสุข อาษา. 2553. **โอกาสของลำไยไทยในตลาดประเทศจีน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.arda.or.th/kasetinfo/logan/index.php?option=com_content&view=article&id=142:2010-11-30-08-2807&catid=18:news001&Itemid=2. 25 กรกฎาคม 2559.
- ศรัณยา ลากส่งผล. 2550. **ผลของสภาวะการอบแห้งต่อสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสและสารประกอบฟีนอลิกในลำไยอบแห้งพร้อมเปลือกและชาลำไย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2549. **แนวทางการพิจารณาอาหาร ประเภท “ชาสมุนไพร”.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://food.fda.moph.go.th/Rules/dataRules/3-HerbalTea.pdf>. 27 กุมภาพันธ์ 2562
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2555. **ข้อกำหนดคุณภาพ หรือวัตถุเจือปนอาหารตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และมาตรฐานโคเด็กซ์ เล่ม 2.** นนทบุรี: สำนักอาหารสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. มปป. **ชาสมุนไพร..ดื่มให้ดีมีประโยชน์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin/opacexe.exe?op=dsp&wa=D285E59&bid=34229&qst=@213,@22506,%5E&db=jindex&pat=%AA%D2%E0%A2%D5%C2%C7&cat=gen&skin=u&lpp=20&catop=&scid=zzz&lang=0>. 27 กุมภาพันธ์ 2562
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. **ลำไย: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ปี 2557-2559.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/longan.pdf>. 10 พฤษภาคม 2559.

- สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร. มปป. **ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ndoae.doe.go.th/article2010/longan/longan_roast1.html. 18 ธันวาคม 2561
- สุชาดา ทองศรี. 2549. **ศึกษาวิธีการลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลลำไยสด**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่
- สุนันทา คະเนนอก. 2556. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ**. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. อยุธยา
- สุพัตรา แสงรุจิ. 2555. **เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ เรื่องอาหารผู้สูงอายุ**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.si.mahidol.ac.th/th/division/hph/admin/news_files/145_49_1.pdf. 14 มิถุนายน 2559
- แสงเงิน ไกรสิงห์. 2542. **ผลงานฉบับเต็มขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7ว. การวิเคราะห์ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร**. กลุ่มงานตรวจสอบและออกไปรับรองคุณภาพสินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ
- องค์การเภสัชกรรม. มปป. **คู่มือการใช้ชุดทดสอบซัลไฟต์ (สารฟอกขาว) ในอาหาร**. กรุงเทพฯ : องค์การเภสัชกรรม.
- อมรรัตน์ จงสวัสดิ์วรกุล และลัดดา เหมาะสุวรรณ. 2545. **Evidence-based maillard reaction: focusing on parenteral nutrition**. วารสารโภชนาบำบัด. 3(1) : 3-13.
- อรัญญา ศรีบุศราคัม. 2560. **ลำไย...คุณค่าที่มากกว่าความหวาน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/407/%E0%B8%A5%E0%B8%B3%E0%B9%84%E0%B8%A2/>. 4 มีนาคม 2562
- 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 SO₂ in wines using a flow injection analysis system with potentometric detection**. 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**. Springer Briefs in Applied Sciences and Technology. Switzerland : Springer International Publishing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 SO₄^{-S} Extraction Methods for Analysis by Turbidimetry or ICP Spectrometry.** Communications in Soil Science and Plant Analysis. 46 : 2649-2659.
- 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)
- Dembitsky, V. M., S. Poovarodom, H. Leontowicz, M. Leontowicz, S. Veerasilp, S. Trakhtenberg and S. Gorinstein. 2011. **The multiple nutrition properties of some exotic fruits biological activity and active metabolites.** Food Research International. 44 : 1671-1701.
- 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)
- 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-afdaice/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)
- 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)
- Japan External Trade Organization (JETRO). 2011. **Specifications and Standards for Foods, Food Additives, etc. Under the Food Sanitation Act (Abstract) 2010.** [Online]. Available from: http://www.jetro.go.jp/eng/food/food_sanitation_act.html (Accessed January 14, 2018)
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

from : https://www.jetro.go.jp/ext_images/en/reports/regulations/pdf/foodext2010e.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.
- 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.
- 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 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/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/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/LaboratoryMethods/ucm071435.htm> (Accessed October 3, 2018)
- Varnam, A. H. and J. P. Sutherland. 1994. **Beverage technology, chemistry and microbiology**. 2. London : Chapman & Hall.
- Wing, Y. K. 2001. **Herbal treatment of insomnia**. Hong Kong Medical Journal. 7(4): 392-402.
- 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.
- Yang, W. H. and E. C. R. Purchase. 1985. **Adverse reactions to sulfites**. Canadian Medical Association Journal. 133 : 865-867, 880.
- Yi, Y., S. T. Liao., M. W. Zhang., R. F. Zhang., Y. Y. Deng., B. Yang and Z. C. We. 2011. **Immunomodulatory activity of polysaccharide-protein complex of Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) pulp**. Molecules. 16 : 10324-10336.
- Zhong, Z., G. Li, B. Zhu, Z. Luo, H. Li and W. Wu. 2012. **A rapid distillation method coupled with ion chromatography for the determination of total sulphur dioxide in foods**. Food Chemistry. 131 : 1044-1050.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ก.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำผลไม้อบแห้ง 200 กรัม มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 0.5 เซนติเมตร ด้วยมีดก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเป็ยกสแตนเลสความเร็วเบอร์ 1 นาน 10-15 ก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์ความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ, ปริมาณกรดทั้งหมด, ความเป็นกรดค่า, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2005)

1. อบด้วยอุณหภูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 - 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้ถึงไว้จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่าง หรือตัวอย่างผลไม้อบแห้งในข้อ ก.1 ที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 กรัมโดยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

3. อบตัวอย่างในตู้อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

4. เมื่อครบกำหนดเวลานำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น รอจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง ชั่งและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก กระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักแห้งที่ชั่งติดต่อกันไม่เกิน 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)

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

1. ก่อนใช้งานทำการ Calibrate เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น 4TE โดยใช้ น้ำบริสุทธิ์สูง (Ultrapure water)
2. ใส่ตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมในข้อ ก.1 หรือชალ่าโยลงในตลับวัดค่า A_w 3 - 4 กรัม
3. นำตลับใส่ใน Chamber ของเครื่องวัดค่า แล้วอ่านค่าปริมาณน้ำอิสระที่ปรากฏบนหน้าจอเครื่อง

ก.4 การวัดสี (ตัดแปลงจากศรัณยา ลากส่งผล, 2550)

1. ปรับมาตรฐาน (Calibration) เครื่องวัดสี (Color meter รุ่น CR-400) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (white blank; $L^*=97$, $a^*=-0.18$, $b^*=1.84$)
2. ทำการวัดสีโดยแนบเครื่องวัดเข้ากับพื้นผิวภายนอกของล่ายอบแห้งสีทองบริเวณด้านบน โดย 1 ผลต่อการวัดค่า 1 ครั้ง วัดทั้งหมด 5 ผล หรือวางแนบเครื่องวัดเข้ากับผงชา วัดทั้งหมด 5 ซ้ำ 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 การวัดสี (ตัดแปลงจากศรัณยา ลากส่งผล, 2550)

1. ปรับมาตรฐาน (Calibration) เครื่องวัดสี (Color meter รุ่น ColorQuest XE) โดยใช้แผ่นเรียบสีดำและสีขาว
2. ปรับค่า blank โดยใช้เซลล์เปล่า
3. ทำการวัดสีโดยบรรจุน้ำชาลงในเซลล์และวางลงในเครื่อง กำหนดให้เครื่องวัดค่าสี 3 ครั้ง แล้วแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย โดยทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ (1 เซลล์ ต่อ 1 ซ้ำ) จากนั้นหาค่าเฉลี่ย
4. 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.6 การหาสิ่งแปลกปลอม (ชั้นทอง เพ็ชรนอก และคณะ, 2553; FDA, 1984)

1. สํารวจบรรจุภัณฑ์ภายนอก ได้แก่ รอยฉีกขาด รอยกัดแทะจากสัตว์ และบันทึกผล
2. สุ่มตัวอย่าง 75 กรัม วางลงบนกระดาษสีขาว
3. ใช้ปากคีบเขี่ยตัวอย่างเพื่อหาสิ่งแปลกปลอม เช่น หิน ดิน ทราช แมลง สัตว์ เส้นผม ขน เศษโลหะ เศษไม้ เศษพลาสติก เมล็ด เป็นต้น บันทึกผล และถ่ายภาพสิ่งแปลกปลอม
4. วางตัวอย่างลงบนตะแกรงร่อน ใช้น้ำประปาฉีดลงไปบนตัวอย่าง ความแรงของน้ำ 2 ลิตร ต่อนาที นาน 1 นาที เพื่อชะล้างสิ่งแปลกปลอม
5. เก็บสิ่งแปลกปลอมที่ชะล้างได้ บันทึกผล และถ่ายภาพสิ่งแปลกปลอม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 (CO₂) (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	
ความเข้มข้นของ KHP (M)	=	$\frac{1.0000 \text{ กรัม}}{204.23 \text{ กรัม/โมล}} \times \frac{1000 \text{ มิลลิลิตร}}{100 \text{ มิลลิลิตร}}$	
	=	0.05 M	

ข.1.1.3 ฟีนอล์ฟทาเลอิน (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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย NaOH

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

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างผลไม้อบแห้งในข้อ ก.1 หรือชาดำไย น้ำหนัก 15 กรัม โดยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำ DI 100 มิลลิลิตร
2. นำไปต้มเคี่ยวนาน 1 ชั่วโมง แล้วเทตัวอย่างทั้งน้ำและเนื้อลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร รอให้เย็นก่อนปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ที่ต้มไล่ CO₂
3. เทตัวอย่างทั้งน้ำและเนื้อใส่หลอดเซนติพีสต์ ซึ่งน้ำหนักหลอดละ 50 กรัม จำนวน 2 หลอด แล้วนำไปปั่นหึ่งที่อุณหภูมิห้องด้วยความเร็ว 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 จนกระทั่งค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 8.2 แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด
6. คำนวณในสูตร

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

เมื่อ

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

$$M_{\text{NaOH}} = \text{ความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลาย NaOH 0.1 M}$$

$$\text{factor acid} = \text{น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของกรด}$$

$$\text{Citric acid} = 64 \text{ g}_{\text{citric acid}}/\text{mol}$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$W_{\text{sample}} = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}$$

หมายเหตุ กรณีตัวอย่างเป็นของเหลว เช่น น้ำชาลำไย ให้ใช้ปิเปตดูดน้ำชาปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ก่อนปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ที่ต้มไล่ CO₂ แล้ว ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาตรกรดทั้งหมดด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อ 5

ข.2 การวัดค่าความเป็นกรดต่าง (AOAC, 2005)

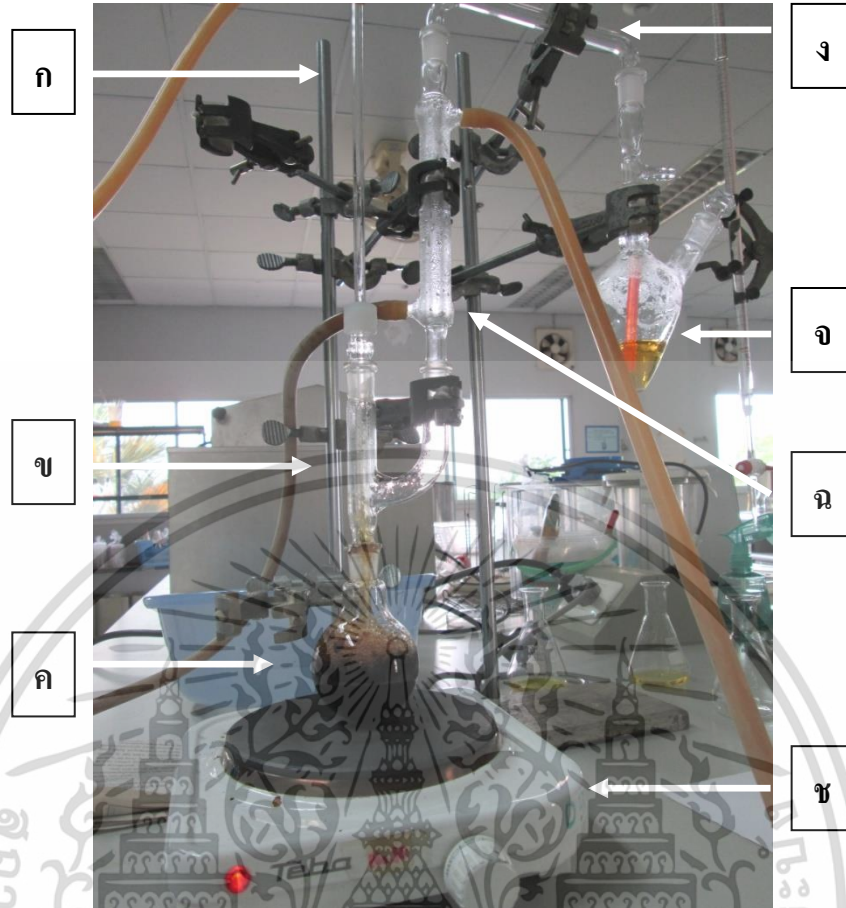
1. ก่อนใช้งานทำการ calibrate เครื่องวัดความเป็นกรดต่าง (pH meter) ด้วย buffer 7 และ 4
2. ชั่งตัวอย่างผลไม้บดแห้งในข้อ ก.1 หรือชาลำไยน้ำหนัก 10 กรัม โดยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และเติมน้ำ DI ที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ปริมาตร 90 มิลลิลิตร
3. ผสมสารละลายตัวอย่างให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีปั่น (Stomacher) นาน 1 นาที
4. วัดค่าความเป็นกรดต่าง โดยใช้เครื่อง pH meter

ข.3 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (AOAC, 2005)

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

ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) (AOAC, 2005)

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



ภาคผนวกที่ ข.1 อุปกรณ์การกลั่น ได้แก่ ท่อนำก๊าซไนโตรเจน (ก), ข้อต่อรูปตัว Y (ข), ขวดกั้นกลม (ค), ข้อต่อง (ง), ขวดรูปหัวใจ (จ), ตัวความแน่น (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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 นำไปต่อเข้ากับข้อต่อข้อ
3. ชั่งตัวอย่าง หรือตัวอย่างผลไม้บอบแห้งในข้อ 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 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร แล้วเสียบท่อนำก๊าซในโตรเจนเข้ากับขวดก้นกลมทันที
5. ให้ความร้อนแก่ขวดก้นกลมโดยเตาให้ความร้อน
6. จับเวลาหลังตัวอย่างในขวดก้นกลมเดือด 3 ชั่วโมง
7. นำสารในขวดรูปหัวใจ (สีชมพู) ไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH 0.01 M จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเหลือง
8. บันทึกปริมาตรสารละลาย NaOH 0.01 M ที่ใช้ในการไตเตรต
9. คำนวณในสูตร

$$\text{SO}_2 \text{ (ppm)} = \frac{N \times V \times 32.03 \times 1000}{W}$$

W

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ที่ใช้ไตเตรต (M)

V = ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

ppm = ส่วนในล้านส่วน

32.03 = มิลลิกรัมสมมูลของก๊าซ SO_2 (milliequivalent weight)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ค.1 การเตรียมตัวอย่าง (FDA-BAM, 2003)

ชั่งตัวอย่างลำไยอบแห้งสีทอง หรือชาลำไยลงในถุงปลอดเชื้อด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ 25 กรัม เติมน้ำยาเจือจางจากข้อ 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 ลงในงานเพาะเชื้อ งานละ 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางละ 2 ซ้ำ ($10^{-1} - 10^{-6}$)

2. หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เติลงในตัวอย่างบนงานเพาะเชื้อด้วยวิธีการ pour plate เขย่างานเพาะเชื้อให้ตัวอย่างกระจายตัวได้ดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ลงในงานเพาะเชื้อ งานละ 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางละ 2 ซ้ำ ($10^{-1} - 10^{-2}$)

2. หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH 3.5 แล้ว เทลงในตัวอย่างบนงานเพาะเชื้อด้วยวิธีการ pour plate เขย่างานเพาะเชื้อให้ตัวอย่างกระจายตัวได้ดี

3. ทิ้งให้อาหารแข็งตัว ก่อนนำงานเพาะเชื้อเข้าสู่บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน ตรวจสอบยีสต์และราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 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 -Naphthol
13. 40% Potassium hydroxide (KOH)

ค.5.2 วิธีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เตรียมตัวอย่างอาหารจากข้อ ค.1 ที่ระดับความเจือจางต่อเนื่องกัน 3 ระดับ ($10^{-1} - 10^{-3}$)
2. ปิเปิดตัวอย่างลงใน LSTB หลอดละ 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (หลอดที่ไม่มีแก๊สให้บ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง)
3. ใช้ห้วงเขี่ยเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซของ LSTB ถ่ายเชื้อลงใน EC broth และ 2% BGLB บ่มหลอด EC broth ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และ บ่มหลอด 2% BGLB ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. นับจำนวนหลอดที่มีแก๊สในหลอดดักแก๊สของหลอด EC broth นำไปอ่านค่า MPN จากตาราง ภาคผนวกที่ ค.1 ค่า MPN ที่ได้ เป็นค่า MPN ของ faecal coliform
5. นับจำนวนหลอดที่มีแก๊สในหลอดดักแก๊สของหลอด 2% BGLB นำไปอ่านค่า MPN จาก ตารางภาคผนวกที่ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : Food and Drug Administration (2010)

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

7. เลือกโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* บน EMB agar ซึ่งมีลักษณะโคโลนีสีม่วงดำ ผิวมีสีเขียว เคลือบเป็นเงา มันวาวคล้ายเงาโลหะ เรียกว่า metallic sheen ไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี โดย

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 -Naphthol 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 ₂ S	Indole	MR	VP	Citrate
A	A(K)	+(-)	-	+	+	-	-
			หรือ	-	+	-	-

เมื่อ

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

A = Acid ก้นหลอด (butt) ของ TSI จะมีสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- H₂S + = ในหลอด TSI จะเกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์
- H₂S - = ไม่มีตะกอนสีดำในหลอด TSI เนื่องจากไม่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์
- Gas + = มีฟองอากาศคั่งวุ้นของ TSI เนื่องจากการย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วได้กรดและแก๊ส
- Gas - = มีฟองอากาศคั่งวุ้นของ 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) ผสมไข่แดงปราศจากเชื้อ
2. Brain heart infusion (BHI) broth
3. TSA slant
4. Rabbit plasma

ค.6.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปิดตัวอย่างอาหารที่เลือกแล้วจากข้อ ค.1 ลงในงานเพาะเชื้อที่มีอาหาร BP งานละ 0.3, 0.3 และ 0.4 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางละ 2 ซ้ำ (10^{-1} – 10^{-2})
2. ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอล (L) เกลี่ยเชื้อโดยวิธี spread plate
3. นำงานเพาะเชื้อเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง
4. ตรวจสอบโคโลนีที่มีลักษณะสีดำ กลม นูน ขอบเรียบ มันวาว มีตะกอนพุ่งรอบโคโลนี และมีโซนใสล้อมรอบ
5. ทดสอบการสร้างเอนไซม์ของ *S. aureus*
 - 5.1 โดยเลือกโคโลนีจากงานเพาะเชื้อที่มีอาหาร BP เชี่ยลงใน 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 คูดเชื้อจากหลอด BHI broth 0.2 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่มี rabbit plasma 0.2 มิลลิลิตร นำหลอดไปวางไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่ควบคุม อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
 - 5.4 อ่านผลโดยดูการแข็งตัวของพลาสมา (plasma) ทุกๆ ชั่วโมง เป็นเวลาอย่างน้อย 4-6 ชั่วโมง
 - 5.5 อ่านค่าระดับการแข็งตัวจากตารางภาคผนวกที่ ค.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. Hektoen enteric (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 ใส่ในถุงปลอดเชื้อ ตีปั่นให้เข้ากัน แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง
2. เมื่อครบเวลาการบ่ม คูด BPW 0.1 มิลลิลิตร ใส่ใน 10 มิลลิลิตรของ RVS broth บ่มที่อุณหภูมิ 41.5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±3 ชั่วโมง และคูด BPW 1 มิลลิลิตร ใส่ใน 10 มิลลิลิตร ของ MKTTn broth บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±3 ชั่วโมง
3. เชื้อเชื้อจากหลอด MKTTn broth และ BVS broth โดยใช้ห้วงเย็บเชื้อ จำนวน 1 หลูป streak ลงบน XLD agar และอีก 1 หลูป streak ลงบน HE อีกชนิด บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

5.1 อ่านผลลักษณะทางชีวเคมี ดังตารางภาคผนวกที่ ค.4

ตารางภาคผนวกที่ ค.4 ตารางเปรียบเทียบผลการตรวจเชื้อ *Salmonella* spp.

TSI agar slant		LIM			Urea	Citrate		
Butt	Slant	H ₂ S	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

H₂S + = ในหลอด TSI จะเกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์

H₂S - = ไม่มีตะกอนสีดำในหลอด TSI เนื่องจากไม่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์

Gas + = มีฟองอากาศคั่นวุ้นของ TSI เนื่องจากการย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วได้กรดและแก๊ส

Gas - = มีฟองอากาศคั่นวุ้นของ TSI

การแปรผลใน LIM

Lysine += อาหารมีสีม่วงทั้งหลอด

Lysine -= อาหารมีสีเหลือง

Indole += มีสีแดงบนหลอดอาหาร หลังจากหยดน้ำยา KOVAC

Indole -= ไม่เกิดสีแดง หลังจากหยดน้ำยา KOVAC

Motile += หลอดอาหารขุ่นทั้งหลอด

Motile -= อาหารขุ่นเฉพาะรอยที่ stab

การแปรผลใน Urea

- ผลลบอาหารไม่เปลี่ยนสี ผลบวกอาหารเปลี่ยนเป็นสีชมพู

การแปรผลใน Urea

- ผลลบอาหารไม่เปลี่ยนสี ผลบวกอาหารเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ค.9 การวิเคราะห์เชื้อ *Escherichia coli* / Coliforms โดยใช้ 3M Petrifilm™ *E. coli* / Coliform count plates (AOAC Official Methods 998.08 และ 991.14, 2015)

ค.9.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. 3M Petrifilm™ *E. coli* / Coliform count plates (3M, USA)

ค.9.2 วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตตัวอย่างซาลาเปาจากข้อ ค.1 ลงบนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ แผ่นละ 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางละ 1 ซ้ำ (10^{-1} – 10^{-3})
2. ปิดทับด้วยแผ่นฟิล์ม แล้วกดทับด้วยตัวกด (spreader) ด้านเรียบ เพื่อกระจายตัวอย่าง ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ
3. นำแผ่นกดทับออก ทิ้งไว้จนกระทั่งเกิดเจล นาน 1 นาที
4. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. ตรวจสอบโคโลนีที่เจริญบนแผ่น Petrifilm ในช่วง 30-300 โคโลนี (โคโลนีมีลักษณะสีน้ำเงิน มีฟองก๊าซ แสดงว่าเป็น *E. coli* โคโลนีมีลักษณะสีแดง มีฟองก๊าซ แสดงว่าเป็น Coliforms)

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส

ง.1 แบบทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภค ในผลิตภัณฑ์ชาดำไฮสมกรด

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....เพศ.....อายุ.....ปี วันที่.....
 ชื่อผลิตภัณฑ์.....ชดำไฮสมกรด.....ชุดที่.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

- โดยกำหนดให้
- 9 = ชอบมากที่สุด
 - 8 = ชอบมาก
 - 7 = ชอบปานกลาง
 - 6 = ชอบเล็กน้อย
 - 5 = เฉยๆ
 - 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
 - 3 = ไม่ชอบปานกลาง
 - 2 = ไม่ชอบมาก
 - 1 = ไม่ชอบมากที่สุด
- และกรุณาเว้นปากกระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			
ลักษณะปรากฏน้ำชา				
สีน้ำชา				
กลิ่นดำไฮ				
รสหวาน				
รสเปรี้ยว				
รสชาครีวม				

ชี้แจง: ชัดเครื่องหมาย ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอดีของคุณลักษณะ

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			รหัสตัวอย่าง			รหัสตัวอย่าง			รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป	น้อยไป	พอดี	มากไป	น้อยไป	พอดี	มากไป	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏน้ำชา												
สีน้ำชา												
กลิ่นดำไฮ												
รสหวาน												
รสเปรี้ยว												
รสชาครีวม												

กรุณาเลือกตัวอย่างที่ชอบจากมากไปน้อย (ซ้ายไปขวา)

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้..... ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ..... เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2560-01-07004



แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่..... รอบ..... เดือน ประจำปีงบประมาณ.....2560.....

แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การลดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอาหารผู้สูงอายุ

(ภาษาอังกฤษ) Reduction of sulfur dioxide content in dried longan flesh as raw material for older-people food

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ผศ.ดร. อพิชชา จินดาประเสริฐ

ระยะเวลาดำเนินการ.....1.....ปี.....เดือน ตั้งแต่วันที่.....1 ตุลาคม 2559.....ถึงวันที่.....30 กันยายน 2560.....

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1 76,500 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 26 มกราคม 2560

งวดที่ 2 13,500 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 27 มิถุนายน 2560

2. สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินการวิจัย

หมวดค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่าย (บาท)
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว	-
งบดำเนินงาน	
ค่าตอบแทน	19,000.00
ค่าใช้สอย	5,000.00
ค่าวัสดุ	66,000.00
ค่าสาธารณูปโภค	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-
รวม	90,000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

1. ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ

เพศ ชาย หญิงสถานภาพ โสด สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา

ชื่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต	เภสัชเคมีและผลิตภัณฑ์ ธรรมชาติ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2551
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เทคโนโลยีทางชีวภาพ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2537
วิทยาศาสตรบัณฑิต	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2534

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- เทคโนโลยีชีวภาพผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
- จุลชีววิทยาและความปลอดภัยทางอาหาร
- การประยุกต์ใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร

ทุนการศึกษา

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษา	สถาบันที่ให้
2537	ทุนพัฒนาอาจารย์	ทบวงมหาวิทยาลัย
2544	ทุนโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก (คป.ก.) รุ่นที่ 4	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา)

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (จำแนกระดับชาติและระดับนานาชาติหรือเทียบเท่า)

- Pornpukdeewattana, S., Kerdpiboon, S., **Jindaprasert, A.**, Pandee, P., Teerarak, M. and Krusong, W. 2017. Upland rice vinegar vapor inhibits spore germination, hyphal growth and aflatoxin formation in *Aspergillus flavus* on maize grains. Food Control 71: 88-93.
- Wanangkarn, A., Liu, D. C., Swetwathana, A., **Jindaprasert, A.**, Phraephaisarn, C., Chumnqoen, W., and Tan, F. J.. 2014. Lactic acid bacterial population dynamics during fermentation and storage of Thai fermented sausage according to restriction fragment length polymorphism analysis. International Journal of Food Microbiology. 186: 61–67.

ผลงานที่ได้รับการนำเสนอผลงานในที่ประชุม

- Somprasong, S., Swetwathana, A., Sripochanart W. and **Jindaprasert, A.** 2018. Survey of quality and food safety in dried fruits in Bangkok Metropolitan Region, Thailand. Proceedings of 20th Food Innovation Asia Conference 2018 (FIAC 2018) Creative Food for Future and Sustainability, June 14–16, 2018, Bangkok, Thailand. pp 450- 457.
- พิษญาภา ศิริรัตน์ อพิชชา จินดาประเสริฐ วิรามศรี ศรีพจนารถ และ อติสร เสวตวิวัฒน์. 2561. การตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในมะนาวพันธุ์แป้นที่ใช้ในการผลิตน้ำมะนาวพาสเจอร์ไรส์. การประชุมวิชาการระดับชาติ “มศว วิจัย” ครั้งที่ 11, 29 – 30 มีนาคม 2561, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ.
- Swetwathana, A., Jindaprasert, A., and Joraka, N. 2017. Pre-screening of biogenic amine production from isolated bacteriocin-producing lactic acid bacteria associated in traditional Thai fermented meat products. 63rd International congress of Meat Science and Technology. Ireland: WagenIngen Academic. pp. 636-637.
- Passolt L., **Jindaprasert, A.**, Le T. T., Seupel R., Bringmann G, Fester K. 2017. Isolation and characterization of a novel O-methyltransferase from the tropical liana *Triphyophyllum peltatum*. 65th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research (GA 2017). Sep 3-7, 2017. Basel, Switzerland. (Poster presentation).
- Yaiphonthong, V., **Jindaprasert, A.**, Swetwathana, A. and Vattanamane, S. 2017. Prevalence of *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in Thai fermented meat-rice sausage (Sai Krok Isan) from local market, supermarket and factory in Nongchok and Ladkrabang District. Proceedings of The 7th International Conference on Fermentation Technology for Value Added Agricultural Products (FerVAAP2017), July 25-28, 2017. Khon Kaen, Thailand. pp.265-270.
- **Jindaprasert, A.**, Kerdpiboon, S. and Swetwathana, S. 2016. Monitoring of *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 starter culture during Nham fermentation using RAPD-PCR. International Conference on Beneficial Microbes 2016, Microbes for the Benefits of Mankind, 31st May-2nd June, 2016. Duangitt Resort & Spa, Phuket, Thailand. (Poster presentation).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Jindaprasert, A.,** Pornpukdeewatana, S. Kerdpi boon, S, and Krusong, W. 2016. Improvement of α -amylase and glucoamylase production from *Amylomyces* spp. using metal ions in wheat bran. International Conference on Beneficial Microbes 2016, Microbes for the Benefits of Mankind, 31st May-2nd June, 2016. Duangitt Resort & Spa, Phuket, Thailand. (Poster presentation).
- วลีพร วลีกรัตน์ และอพัชชา จินดาประเสริฐ. 2559. ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการสัมผัสของ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella Anatum* และ *Salmonella Corvallis*. การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6, 11- 12 กรกฎาคม 2559, ศูนย์สันสกฤตศึกษา กรุงเทพฯ.
- วัฒนาคมบดี วัฒนหงษ์ศิริ อพัชชา จินดาประเสริฐ และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2558. การเฝ้าระวังเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ในกะปิตายในตลาดสด. การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5, 16- 17 กรกฎาคม 2558, ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) ตลิ่งชัน กรุงเทพฯ
- **Jindaprasert, A.,** Banjong, K., Kerdpi boon, S., and Swetwivathana, A. 2015. Use of probiotic starter culture *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 in Nham. The 8th Asia Conference on Lactic Acid Bacteria (ACLAB), July 8 – 10, 2015, the Emerald Hotel, Bangkok, Thailand. (Poster presentation).
- **Jindaprasert, A.,** Vichitraka, A., Fuangpaiboon, J., Promla, N., and Swetwivathana, A. 2014. Comparison between 3M™ Petrifilm™ *Salmonella* Express System and ISO 6579 Conventional Method for the Detection of *Salmonella* spp. in Cook-chill and Cook-freeze Retail Foods in Bangkok, Thailand. IAFP2014, August 3-5, 2014. Indianapolis, Indiana USA.
- อพัชชา จินดาประเสริฐ กัญญา จิระเจริญรัตน์ และ อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2557. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของไส้กรอกอีสานที่เติมกลีเซอรีน *Weissella cibaria* SI 21. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ครั้งที่ 5, 25 กรกฎาคม 2557, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กนกภรณ์ ครุฑภาพันธุ์ และ อพัชชา จินดาประเสริฐ. 2557. การศึกษาความปลอดภัยและคุณค่าทางโภชนาการของการรับประทานอาหารตามสั่ง. การประชุมวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 1, 31 ตุลาคม พ.ศ.2557, โรงแรม เกลียว โสม กรุงเทพฯ.
- เสวตลักษณ์ ศรีภักดี, อนุศักดิ์ เกิดสิน และอพัชชา จินดาประเสริฐ. 2556. ผลของเอนไซม์ต่อการทำปฏิกิริยามัลติเพล็กซ์พีซีอาร์ในการตรวจแยก Sequence type 64 ของเชื้อ *Streptococcus suis* serotype 2. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 64-69.
- อุกฤษฏ์ ปริญาวุฒิชัย, พรทิพา วุฒิประเสริฐ, พุฒลักษณ์ อาจศิริ, อพัชชา จินดาประเสริฐ และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2556. การประเมินการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวในโรงครัวโรงพยาบาล. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 70-75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัสนี วิจิตรระกะ และ**อพัชชา จินดาประเสริฐ**. 2556. ฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากเห็ดจีน. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 76-82.
- ทศพร แจ็งคำ, พุฒลักษณ์ อาจศิริ, **อพัชชา จินดาประเสริฐ** และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2556. การประเมินคุณภาพด้านจุลชีววิทยาในการผลิตอาหารเหลวสายยางสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาล. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 91-97.
- **อพัชชา จินดาประเสริฐ**, ชุมพล นาครินทร์, จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2556. การประเมินสถานที่ผลิตหมักและคุณภาพผลิตภัณฑ์หมักในจังหวัดชัยภูมิภายหลังการฝึกอบรม โดยใช้หลักเกณฑ์ GMP. 2556. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ครั้งที่ 4. 19 กรกฎาคม 2556. โรงแรมรามการ์เด้น คอนเมือง กรุงเทพฯ.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นางสาวศิริภรณ์ สมประสงค์

เพศ ชาย หญิง

สถานภาพ โสด สมรส

วัน เดือน ปีเกิด 24 สิงหาคม 2532

ที่อยู่ 149/6 หมู่ 8 ซอยบุญปลูก ตำบลรอบเมือง อำเภอเมืองปราจีนบุรี
จังหวัดปราจีนบุรี 25000

ประวัติการศึกษา 2555 วท.บ. (เทคโนโลยีอาหาร) คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

2561 วท.ม. (การจัดการความปลอดภัยอาหาร) คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2555 – 2557 บริษัท เบสต้า อินเทอร์เน็ต จำกัด ตำแหน่ง QA Supervisor

ผลงานวิจัย Somprasong, S., A. Swetwivathana, 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้