รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสร้างนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

Innovations and Adding Value to Banana Farmer's Descendants and Processed Products Ban Bang Ta Chom Sing Buri Province to a Sustainable Commercial Competition

โดย

นพพร สกุลยืนยงสุข

อภิชา เชี่ยวเวช

คมเขต เพ็ชรรัตน์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

เดือน สิงหาคม ปี พ.ศ. 2567

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสร้างนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

Innovations and Adding Value to Banana Farmer's Descendants and Processed Products Ban Bang Ta Chom Sing Buri Province to a Sustainable Commercial Competition

โดย

นพพร สกุลยืนยงสุข

อภิชา เชี่ยวเวช

คมเขต เพ็ชรรัตน์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

เดือน สิงหาคม ปี พ.ศ. 2567

งบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ชื่อโครงการวิจัย : การสร้างนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรีสู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

โดย : นพพร สกุลยืนยงสุข, อภิชา เชี่ยวเวช, และคมเขต เพ็ชรรัตน์

คณะ : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ปีงบประมาณ : 2566

บทคัดย่อ

โรคแอนแทรคโนสในกล้วยมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioidese* สามารถระบาดและทำความเสียหายต่อกล้วยได้ทุกระยะโดยเฉพาะระยะหลังการเก็บเกี่ยว งานวิจัยนี้มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสกัดสารสำคัญจากกระเทียมเพื่อยับยั้งโรคแอนแทรคโนสในกล้วย เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสารสำคัญที่เหมาะสมต่อการยับยั้งโรคแอนแทรคโนสในกล้วย และเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้ลงสู่เกษตรกรและกลุ่มเป้าหมายคือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี จาการศึกษาพบว่าเมื่อใช้สารละลายเอทานอล 95% ต่อการสกัดผงกระเทียม 250 กรัม ได้เปอร์เซ็นต์สารสกัดกระเทียมที่ 1.25 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการยับยั้งเชื้อ *C. gloeosporioidese* บนอาหารแข็ง PDA พบว่าที่ความเข้มข้น 40 และ 80 ppm สารสกัดกระเทียมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบนอาหาร PDA เมื่อบ่มจานเพาะเชื้อที่มีเชื้อราอุณหภูมิ 30 ˚C เป็นเวลา 5 วัน ได้โดยสามารถยับยั้งการเติบโตของเชื้อราอยู่ที่ 11.21 และ 11.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสารสกัดทั้ง 2 ความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจึงเลือกความเข้มข้นที่ 40 ppm เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของสารสกัดกระเทียมในกล้วย โดยแช่ผลกล้วยในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) และแช่ในสารสกัดร่วมกับการวางเชื้อราเป็นเวลา 7 วัน พบว่ากล้วยที่จุ่มด้วยสารสกัดกระเทียมมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางรอยโรคที่ 8.10 มิลลิเมตร ซึ่งน้อยกว่าชุดควบคุมที่มีค่า 10.57 มิลลิเมตร และทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดต่อการต้านทานการเกิดโรคตามธรรมชาติของกล้วย พบว่าสารสกัดกระเทียมมีผลลดการเกิดโรคตามธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยที่ไม่แช่และกล้วยที่แช่ด้วยน้ำกลั่นโดยมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกน้อยกว่าและมีอัตราการสุกช้ากว่าชุดควบคุม

โครงการวิจัยเรื่อง บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยสุกเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉมจังหวัดสิงห์บุรีสู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน ทำการทดลองโดยนำกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ คือ 1) สภาวะบรรยากาศปกติ 2) สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80% และ 3) สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% ตามลำดับ ตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิ 14 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยสุ่มสภาวะละ 6 ซ้ำ

ซ้ำละ 4 ผล แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส พบว่า กล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศสภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% เป็นสภาวะที่เหมาะที่สุด เนื่องจากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในทุกด้าน ($p < 0.05$) และมีความปลอดภัยในการบริโภค

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากส่วนเหลือทิ้งในการปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน ได้ศึกษาการนำกาบมะพร้าวมาทำปลอกรักษาอุณหภูมิสำหรับเครื่องดื่ม โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของกาบกล้วย และกาบกล้วยอบแห้ง พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) ไม่เกิน 0.6 และมีค่าปริมาณความชื้น, ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ, และค่าปริมาณเถ้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และได้ศึกษารูปแบบของกาบกล้วยที่เหมาะสมในการทำปลอกรักษาอุณหภูมิเครื่องดื่ม พบว่า แบบหนาเหมาะสำหรับปลอกรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วยหนัง ทั้งแบบเปเปอร์มาเช่และแบบหนามีการรักษาอุณหภูมิของเครื่องดื่มได้ดีใกล้เคียงกัน ปลอกรักษาอุณหภูมิแบบเปเปอร์มาเช่ และกาบกล้วยแบบหนาเหมาะสำหรับปลอกรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วยหนังเพราะความหนาสามารถรักษาอุณหภูมิได้ดีมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยขึ้นรูปได้ง่าย ดังนั้นด้านความพึงพอใจผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดผู้ บริโภคมีความพึงพอใจผลดีต่อการรักษาอุณหภูมิของปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิอยู่ในระดับชอบมาก ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 100 คน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 หากมีผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วย และหนังปลอกรักษาอุณหภูมิแบบเปเปอร์มาเช่กาบกล้วยแบบหนาเหมาะสำหรับ วางจำหน่าย คาดว่าจะซื้อ ร้อยละ 89 ได้คะแนนความชอบอยู่ในระดับที่ชอบมาก

คำสำคัญ โรคแอนแทรคโนส, กล้วย, สารสกัดกระเทียม, *Colletotrichum gloeosporioides*, ภาชนะที่ปรับอากาศภายใน, MAP, ปลอกรักษาอุณหภูมิสำหรับเครื่องดื่ม, แบบหุ้มด้วยหนัง, แบบเปเปอร์มาเช่

Research Project: Innovations and Adding Value to Banana Farmer's Descendants and Processed Products Ban Bang Ta Chom Sing Buri Province to a Sustainable Commercial Competition

Authors: Nopporn Sakulyunyongsuk, Apicha chieovej, and Khomkhate Pedcharat

Faculty: Home Economics Technology

Fiscal year: 2023

ABSTRACT

Anthracnose in bananas, caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*, can spread and cause damage at all stages of the banana's lifecycle, particularly post-harvest. This research aims to study the extraction method of active compounds from garlic to inhibit anthracnose in bananas, to determine the optimal concentration of these compounds for inhibiting anthracnose, and to disseminate the knowledge gained to farmers and target groups, particularly the Ban Bang Ta Chom Women's Community Enterprise in Sing Buri Province. The study found that using 95% ethanol to extract 250 grams of garlic powder resulted in a garlic extract concentration of 1.25%. The extract was then used to study the optimal concentration for inhibiting *C. gloeosporioides* on PDA solid media. It was found that at concentrations of 40 and 80 ppm, the garlic extract could inhibit fungal growth on PDA after incubating the inoculated plates at 30°C for 5 days, with inhibition rates of 11.21% and 11.59%, respectively. However, the two concentrations did not differ significantly statistically, so the 40 ppm concentration was selected to test the effectiveness of the garlic extract in inhibiting the fungus on bananas. In this test, bananas were immersed in distilled water (control group) and garlic extract, followed by inoculation with the fungus and incubation for 7 days. The bananas treated with garlic extract had an average lesion diameter of 8.10 millimeters, smaller than the control group, which had a diameter of 10.57 millimeters. Further testing on the extract's effectiveness in preventing natural disease development in bananas showed that garlic extract reduced natural disease incidence compared to untreated bananas and those treated with distilled water. The garlic extract-treated bananas exhibited less color change in the peel and ripened more slowly than the control group.

Research Project: Modified Atmosphere Packaging to Extend the Shelf Life of Ripe Bananas for the Sustainable Commercial Competitiveness of the Bang Ta Chom Community Enterprise in Sing Buri Province involved packaging peeled bananas in containers with modified atmosphere in three different conditions: normal atmospheric condition, modified atmosphere packaging (MAP) using a gas mixture of 20% CO_2 and 80% N_2, and modified atmosphere packaging (MAP) using a gas mixture of 60% CO_2 and 40% N_2. The samples, consisting of peeled bananas, were stored at a controlled temperature of 14 ± 2°C. Sampling was conducted every week for eight weeks. Each condition was replicated six times, with four bananas per replicate. The samples were then subjected to a battery of tests to assess their chemical, physical, microbiological, and sensory quality, which includes appearance, flavor, color, texture, and overall preference. The results showed that bananas packaged in MAP with 60% CO_2 and 40% N_2 were the most suitable condition, as they received the highest average sensory scores across all aspects ($p < 0.05$) and were safe for consumption.

A study has emerged from developing souvenir products using banana cultivation and processing waste materials by the Ban Bang Ta Chom Women's Community Enterprise in Sing Buri Province. This study is a testament to our commitment to sustainability, as it explores using banana sheaths to create temperature-insulating beverage sleeves. The study delves into the physical and chemical properties of fresh and dried banana sheaths, revealing a water activity (aw) below 0.6 and significant differences in moisture content, crude fiber content, and ash content ($p \leq 0.05$). The study also explored the optimal design of a banana sheath for use as a temperature-insulating beverage sleeve. It was discovered that thicker banana sheaths were suitable for creating temperature-insulating sleeves covered with leather, and both the paper-mâché and thick sheath designs performed similarly well in maintaining beverage temperature. The thicker sheath design, mainly used in the leather-covered sleeves, influenced temperature retention due to its thickness, making it easier to mold. Regarding user satisfaction, the test participants showed the highest level of acceptance, with consumers expressing a strong preference for the sleeve's temperature retention effectiveness, ranking it at a high level of satisfaction. In a consumer acceptance test involving 100 participants, 100% of the consumers accepted the product. Furthermore, 89% indicated that they would likely purchase the thick banana sheath leather-covered temperature-insulating sleeve if it were available on the market, with a high preference level.

Keywords: Anthracnose disease, banana, garlic extract, *Colletotrichum gloeosporioides*, Modified Atmosphere Packaging (MAP), temperature sleeve for beverages, leather-wrapped, papier-mâché

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยเรื่อง “การสร้างนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน” สำเร็จได้ด้วยการได้รับงบประมาณสนับสนุนงานมูลฐาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และขอขอบคุณ ทุกท่านที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำแนะนำ ความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ทั้งนี้ ขอขอบคุณผู้บริหาร คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ ผู้ช่วยนักวิจัย คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พื้นที่ของชุมชนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงานวิจัยจนบรรลุวัตถุประสงค์ทุกประการ หากรายงานฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใดก็ตาม คณะผู้วิจัยขอมอบความดีนี้ให้แก่ทุกท่านที่กล่าวมา ส่วนความผิดพลาดอันพึงปรากฏคณะวิจัยขอน้อมรับไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

Abstract ค

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญ ช

สารบัญภาพประกอบ ฌ

สารบัญตาราง ญ

สารบัญแผนภาพ ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 กล้วย 4

2.2 โรคแอนแทรคโนส 8

2.3 การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สมุนไพร 11

2.4 กระเทียม 12

2.5 ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร 13

2.6 ชนิดของก๊าซที่ใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศ 14

2.7 คุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของที่ระลึก 15

บทที่ 3.1 วิธีการดำเนินวิจัย โครงการย่อยที่ 1 17

3.1 วัตถุดิบ และอุปกรณ์ที่สำคัญ 18

3.2 วิธีการทดลอง 18

บทที่ 3.2 วิธีการดำเนินวิจัย โครงการย่อยที่ 2 23

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง 24

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ 24

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง 25

3.4 สถานที่ทำการทดลอง 25

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 26

บทที่ 3.3 วิธีการดำเนินวิจัย โครงการย่อยที่ 3 27

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง 28

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 28

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง 29
3.5 สถานที่ทำการทดลอง 33
3.6 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 34
บทที่ 4.1 ผลการวิจัย โครงการย่อยที่ 1 **35**
4.1 การเตรียมสารสกัดกระเทียม 36
4.2 การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราด้วยวิธี Dilution Susceptibility Test 36
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของสารสกัดกระเทียมในกล้วย 38
4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดต่อการต้านทานการเกิดโรคตามธรรมชาติของกล้วย 39
บทที่ 4.2 ผลการวิจัย โครงการย่อยที่ 2 **40**
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา 41
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา 42
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา 43
4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา 45
บทที่ 4.3 ผลการวิจัย โครงการย่อยที่ 3 47
4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของกาบกล้วยอบแห้ง 48
4.2 ผลการศึกษาพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตฉนวนรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง 48
4.3 การสำรวจความพึงพอใจปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง 56
4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง 58
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ **62**
5.1 สรุป อภิปรายผลการทดลอง 62
5.2 ข้อเสนอแนะ 64
บรรณานุกรม **65**
ภาคผนวก 69

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 2.1	ลักษณะต้นและการแตกกอของกล้วย (Alzate Acevedo et al., 2021)	4
รูปที่ 2.2	ลักษณะของผลกล้วย	5
รูปที่ 2.3	การเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของกล้วยตามระยะความแก่ (Bayleyegn, 2019)	7
รูปที่ 2.4	ตัวอย่างการเกิดโรคแอนแทรคโนสในพืชชนิดต่าง ๆ	9
รูปที่ 2.5	โครงสร้างทางคมีของสารกลุ่ม benzimidazole (Zhou et al., 2016)	10
รูปที่ 2.6	ส่วนประกอบของกระเทียม (Caglar & Aydinli, 2018)	12
รูปที่ 2.7	โครงสร้างทางเคมีของแอลลิซินและการเกิดปฏิกิริยาเคมี (Wallock-Richards et al., 2014)	13
รูปที่ 3.1.1	ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดกระเทียม	19
รูปที่ 4.1.1	สารสกัดกระเทียม	36
รูปที่ 4.1.2	การเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งผสมสารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน	37
รูปที่ 4.1.3	การทดสอบการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสด้วยสารสกัดกระเทียมในผลกล้วย	38
รูปที่ 4.1.4	การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมต่อการเกิดโรคตามธรรมชาติของกล้วย	39
รูปที่ 4.3.1	ผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง	61

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	คุณค่าทางโภชนาการของกล้วย (สำนักโภชนาการ, 2535)	6
ตารางที่ 2.2	การเปรียบเทียบสารสกัดจากพืชและสารเคมี	11
ตารางที่ 3.1.1	การเตรียมสารสกัดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ	20
ตารางที่ 3.1.2	รายละเอียดกลุ่มทดสอบต่าง ๆ	22
ตารางที่ 4.1.1	ปริมาณสารสกัดกระเทียม	36
ตารางที่ 4.1.2	การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราด้วยสารกระเทียม	37
ตารางที่ 4.1.3	ร้อยละการยับยั้งรอยโรคแอนแทรคโนสด้วยสารสกัดกระเทียม	38
ตารางที่ 4.2.1	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพด้านสีของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา	41
ตารางที่ 4.2.2	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา	42
ตารางที่ 4.2.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และรา *E.coli* Coliform และ *Salmonella* spp.ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของกล้วยหอมสุก สภาวะบรรยากาศปกติ	43
ตารางที่ 4.2.4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และรา *E.coli* Coliform และ *Salmonella* spp.ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของกล้วยหอมสุก สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80%	43
ตารางที่ 4.2.5	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และรา E.coli Coliform และ Salmonella spp.ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของกล้วยหอมสุก สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO2 60% และ N2 40%	44
ตารางที่ 4.2.6	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ ในสัปดาห์ที่ 1 (รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	45
ตารางที่ 4.2.7	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ ในสัปดาห์ที่ 1 (รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.3.1	การเปรียบเทียบสารสกัดจากพืชและสารเคมี	48
ตารางที่ 4.3.2	คุณลักษณะกาบกล้วยอบแห้ง แบบ 1 และ แบบ 2	49
ตารางที่ 4.3.3	ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของกาบกล้วยอบแห้ง	50
ตารางที่ 4.3.4	ผลการศึกษาอายุการเก็บกาบกล้วยอบแห้งทางด้านกายภาพ และทางเคมี ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน	51
ตารางที่ 4.3.5	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิเครื่องดื่มร้อยและเย็นสำหรับผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง	52
ตารางที่ 4.3.6	ความพึงพอใจในรูปแบบของปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง (n=32)	56
ตารางที่ 4.3.7	ความพึงพอใจในกราฟิก (สี ตัวอักษร ขนาด) บนบรรจุภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งบแห้ง (n=32)	57
ตารางที่ 4.3.8	ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง	58
ตารางที่ 4.3.9	ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค	59

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 3.3	ขั้นตอนการผลิตกาบกล้วยอบแห้ง	30
แผนภาพที่ 3.2	กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบที่ 1	31
แผนภาพที่ 3.3	กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบที่ 2	32
แผนภาพที่ 4.1	กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบเปเปอร์มาเช่	53
แผนภาพที่ 4.2	กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบเย็บ	54
แผนภาพที่ 4.3	กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบหุ้มด้วยหนัง	55

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นโยบายและยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2563 – 2570 เน้นการวิจัยและนวัตกรรมของประเทศ ให้สอดคล้องและบูรณาการกัน เพื่อให้เกิดเป็นพลังในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ ที่สอดคล้องกับทิศทางของยุทธศาสตร์ชาติแผนแม่บทและนโยบายของรัฐบาล โดยให้เกิดสังคมที่มั่นคง และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน โดยสร้างความเข้มแข็งทางนวัตกรรมระดับแนวหน้าในสากล นำพาประเทศไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยมีหนึ่งในเป้าประสงค์หลัก คือ การวิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่และลดความเหลื่อมล้ำซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากเป็นการดำเนินการที่สำคัญในการพัฒนาและยกระดับประเทศให้เป็นประเทศรายได้สูง ที่มีการกระจายรายได้อย่างทั่วถึง เป็นการวางรากฐานที่มั่นคงให้กับเศรษฐกิจไทยในอนาคต การส่งเสริมเศรษฐกิจระดับชุมชนท้องถิ่นให้สามารถมีความเข้มแข็ง มีศักยภาพในการแข่งขัน พึ่งพาตนเองได้ จะก่อให้เกิดการยกระดับมาตรฐานการครองชีพและความเป็นอยู่ของประชาชนในชุมชนให้ดีขึ้นและนำไปสู่การแก้ไขปัญหาความยากจน ความเลื่อมล้ำ และความไม่เสมอภาคตามเป้าหมายการพัฒนาของยุทธศาสตร์ชาติ โดยเฉพาะด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม เพื่อให้ประชาชนได้รับผลประโยชน์จากการพัฒนาอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม ผ่านการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนให้กลายเป็นชุมชนนวัตกรรมและมีนวัตกรในชุมชนการใช้นวัตกรรมสังคมเข้าไปช่วยแก้ปัญหาในชุมชน ส่งเสริมการสร้างมูลค่าเพิ่มจากทุนทางสังคมทรัพยากรธรรมชาติ และวัฒนธรรมเพื่อสร้างรายได้ให้เกษตรกร วิสาหกิจเริ่มต้น และวิสาหกิจชุมชน การแก้ไขปัญหาความยากจนอย่างแม่นยำในทุกมิติ ด้วยการวิเคราะห์สถานการณ์จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ รวมไปถึงการกระจายความเจริญสู่เมืองต่าง ๆ ทุกภูมิภาค ให้เป็นแหล่งสร้างงานสร้างรายได้ ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศบนความสามารถของคนในพื้นที่

จังหวัดสิงห์บุรีเป็นจังหวัดหนึ่งที่ประชากรมีรายได้จากการทำเกษตรกรรมและเป็นฐานเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดมายาวนานมีพื้นที่ทำการเกษตร จำนวน 394,236 ไร่ (ร้อยละ 76.69) ของพื้นที่ถือครองทั้งหมด และมีพื้นที่ปลูกกล้วยคิดเป็น 4,266 ไร่ มีผลผลิต 9,741 ตัน ดังนั้นกล้วยจึงเป็นพืชเศรษฐกิจหลักหนึ่งของจังหวัดสิงห์บุรี แต่จากการลงพื้นที่พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยมีรายได้ต่อหัว (GPP Per Capita) เฉลี่ย ประจำปี 2564 เท่ากับ 67,185 บาท/คน/ปี หรือมีรายได้ประมาณ 5,598บาทต่อเดือน เนื่องจากการทำสวนกล้วยของเกษตรจังหวัดสิงห์บุรี ยังเป็นการทำเกษตรเชิงเดี่ยวและใช้วิธีดั้งเดิมและผลผลิตที่ได้ส่งขายให้กับพ่อค้าคนกลาง ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่คงที่และราคาตกต่ำตามการกำหนดราคาของพ่อค้าคนกลาง อีกทั้งกล้วยส่วนใหญ่นิยมขายเป็นลูกและเกษตรกรเองยังไม่มีการคิดค้นรูปแบบการเพิ่มมูลค่ากล้วยและใช้ประโยชน์จากกล้วยเพื่อให้มีมูลค่าที่เพิ่มสูงขึ้น เพื่อตอบโทย์กลุ่มผู้บริโภคและผู้ขายที่เหมาะสม ดังนั้น การดำเนินโครงการวิจัยการสร้างนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน มีทั้งสิ้น 3 โครงการวิจัย

ย่อย ประกอบด้วย 1. สารสกัดจากกระเทียมเพื่อยับยั้งโรคแอนแทรคโนสในกล้วยเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉมจังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน 2. บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยสุกเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉมจังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน และ 3.การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากส่วนเหลือทิ้งในการปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน โดยทั้ง 3 โครงการย่อยสามารถเป็นการวิจัยที่แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างครบวงจรตั้งแต่ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ และยังเป็นงานวิจัยที่เกิดจากการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและเป็นที่ต้องการของเกษตรกรอีกทั้งยังเป็นการให้เกิดนักนวัตกรท้องถิ่นอีกด้วย

ดังนั้น โครงการวิจัย การสร้างนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน นั้นสามารถช่วยแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่จังหวัดสิงห์บุรีให้กับเกษตรที่ทำสวนกล้วย ได้อย่างครบวงจร และหลังจากโครงการแล้วเสร็จจะสร้างงานและสร้างรายได้ โดยมีรายได้ต่อหัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 เกิดนวัตกรท้องถิ่น สร้างโอกาสให้ชาวบ้านได้ลุกขึ้นมาแก้ปัญหาของชุมชนเอง สร้างความความเข้มแข็งของชุมชน ลดความเหลื่อมล้ำ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน บนฐานคิดที่เชื่อว่า “เศรษฐกิจของประเทศที่เข้มแข็งจากเศรษฐกิจฐานรากที่ยังยืน”

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของสารสกัดจากกระเทียมในการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสในกล้วย

1.2.2 เพื่อศึกษาบรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยสุก

1.2.3 เพื่อศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากส่วนเหลือทิ้งในการปลูกและแปรรูปกล้วย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาการใช้สารสกัดกระเทียมในการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสในกล้วย เพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี ทำให้เกษตรกรสามารถเก็บผลผลิตได้นานมากยิ่งขึ้น ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น และสามารถขายได้ราคามากสูงขึ้น อีกทั้งยังสามารถช่วยแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่จังหวัดสิงห์บุรี ให้กับเกษตรกรที่ทำสวนกล้วยนำไปสู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

ศึกษาสภาวะบรรยากาศที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษากล้วย จาก 3 สภาวะคือ สภาวะบรรยากาศปกติ สภาวะ MAP (CO_2 20% N_2 80%) และสภาวะ MAP (CO_2 60% N_2 40%) โดยศึกษาถึงคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

ศึกษาการผลิตปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง โดยทำแบบหุ้มหนัง หุ้มผ้า และแบบเปเปอร์มาเช่ โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำความรู้ที่จากงานวิจัยนี้ไปใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ซึ่งเป็นจุลชีพก่อโรคแอนแทรคโนสในกล้วยโดยใช้สารสกัดกระเทียมที่สามารถหาได้ง่าย เพื่อเป็นการลดต้นทุนและการใช้สารเคมีในขั้นตอนการรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตผล

2. มีแนวทางในการยืดอายุเก็บรักษากล้วยสุก

3. มีแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของสิ่งที่เหลือทิ้งในการแปรรูปกล้วย

บทที่ 2

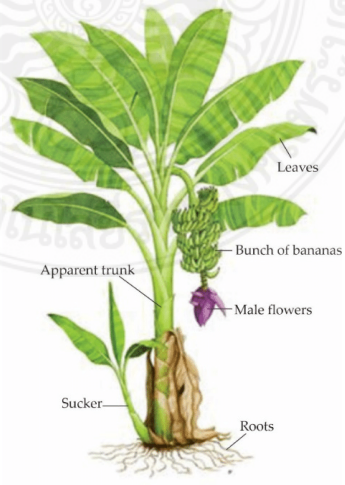
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล้วย

กล้วย (*Musa sapientum* L.) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของกล้วยในปริมาณมาก อาทิ การรับประทานผล การใช้ประโยชน์จากใบตอง และลำต้น กล้วยเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อนชื้น โดยเป็นไม้พันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศลาว พม่า กัมพูชา อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ อินเดีย และไทย และมีการแพร่กระจาย ไปปลูกทั่วโลก

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วย

กล้วยเป็นพืชล้มลุกขนาดใหญ่ ลำต้นอยู่ใต้ดินเป็นเหง้าสีน้ำตาลอ่อน แข็ง มีรากสีน้ำตาลยาวประมาณ 15-30 ซ.ม. ประมาณ 10-20 ราก ลำต้นบนดิน มีลักษณะตรง กลมสูง 3-4 เมตร ซึ่งเป็นส่วนของกาบใบมาซ้อนๆ กันจนแน่นสามารถลอกออกมาได้เป็นกาบๆ ทั้งต้นอวบน้ำ ใบเดี่ยว แผ่นใบมีขนาดใหญ่ยาว ปลายและโคนใบมน ขอบใบขนาน ใบกว้าง 35-60 ซ.ม. ยาว 1.50- 1.80 เมตร มีแกนกลางใบเป็นสันนูน ผิวใบมีนวล ดอกช่อพุ่งออกมาจากลำต้นใต้ดิน แทงผ่านกลางลำต้นบนดินมาโผล่ที่ปลายยอด ช่อดอกมีขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า หัวปลี ช่อดอกมีใบประดับหุ้มมิด เมื่อบานจะเห็นใบประดับย่อยสีม่วงแดง อยู่ภายใน ผลกล้วยรวมกันเป็นเครือ แต่ละเครือประกอบด้วยหลาย ๆ หวี ในหนึ่งหวีมีผลกล้วยหลายผล รูปร่าง ขนาด สีผล รสชาติของกล้วยเมื่อสุกจะแตกต่างกันแล้วแต่พันธุ์ เป็นต้นว่ากล้วยไข่มีผลขนาดเล็ก ผิวผลสุกสีเหลือง รสชาติหวานอร่อย ส่วนกล้วยนาก ผลใหญ่กว่ากล้วยไข่ ผิวผลเมื่อสุกเป็นสีแดงคล้ำ รสหวาน ในกล้วยบางชนิดไม่มีเมล็ด เช่น กล้วยไข่ กล้วยหอม บางชนิดมีเพียง 2-5 เมล็ด เช่น กล้วยน้ำว้า บางชนิดมีเมล็ดมาก เช่น กล้วยตานี กล้วยครก เป็นต้น (ศิลาย้อย, 2545)



รูปที่ 2.1 ลักษณะต้นและการแตกกอของกล้วย (Alzate Acevedo et al., 2021)

2.1.2 การจำแนกชนิดของกล้วย

กล้วยเป็นพืชที่จัดอยู่ใน Family Musaceae, Order Scitamineae พืชในวงศ์ Musaceae แบ่งได้ 2 สกุล ตามลักษณะการแตกกอ คือ กล้วยสกุลโทน (Genus Ensete) ได้แก่ กล้วยที่ไม่มีการแตกกอ เจริญเติบโตเป็นต้นเดี่ยว มีอายุประมาณ 2 ปี หรือมากกว่า เมื่อให้ผลแล้ว ลำต้นก็จะตายไป ไม่มีการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดอย่างเช่นกล้วยผาและกล้วยนวล ซึ่งผลใช้รับประทานไม่ได้ แต่บางชนิดใช้ทำเป็นแป้งได้ ไม่ค่อยมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่วนอีกสกุลหนึ่งคือ สกุลกล้วยที่มีการแตกกอ (Genus Musa) ซึ่งกล้วยในสกุลนี้จะมีการแตกหน่อหรือแตกกอไปเรื่อย ๆ มีปลูกกันทั่วไปในปัจจุบัน ผลสามารถนำมาใช้เป็นอาหารและรับประทานได้ (วรรณศิริ, 2541) กล้วยมีอยู่หลายชนิดซึ่งมีชื่อเรียกแต่กต่างกัน สามารถจำแนกได้ 5 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

2.1.2.1 กล้วยป่าออร์นาตา (wild ornata: *Musa ornate*) ในประเทศไทยปลูกมากแถบภาคเหนือ เรียกกันว่า กล้วยบัว แต่จังหวัดลำปางเรียกว่า กล้วยป่า

2.1.2.2 กล้วยป่าอะคิวมินาตา (wild acuminata: Musa acuminata) ในกลุ่มนี้มีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ malaccensis, macrocarpa, seamea, banksia และ burmanica ปลูกแพร่หลายในประเทศไทย จึงเรียกว่า กล้วยทองหรือกล้วยแข

2.1.2.3 กล้วยป่าบาลบิเซียนา (wild balbisiana: *Musa balbis*) ปลูกกันแพร่หลายทั่วประเทศ เรียกว่า กล้วยตานี

2.1.2.4 กล้วยพันธุ์อะคิวมินาตา (acuminata cultivars) กล้วยกลุ่มนี้มีหลายพันธุ์ เช่น กล้วยเล็บมือนาง กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยหอมค่อม

2.1.2.5 กล้วย กล้วยลูกผสมอะคิวมินาตากับบาลบิเซียนา (acuminata balbisiana) พันธุ์กล้วยในกลุ่มนี้ได้แก่ กล้วยลังกา กล้วยหักมุก กล้วยน้ำว้า กล้วยส้ม

ปัจจุบันกล้วยนิยมปลูกแพร่หลายในประเทศไทยได้แก่ กล้วยหอม กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า ส่วนพันธุ์กล้วยที่นิยมเป็นสินค้าส่งออกในแถบอเมริกา ได้แก่ กล้วยหอมทอง กล้วยหอมค่อม (แสงโต, 2543)

รูปที่ 2.2 ลักษณะของผลกล้วย

2.1.3 การนำกล้วยมาใช้ประโยชน์

กล้วยเป็นพืชที่มีประโยชน์หลายประการ ดังนี้

1) นำกล้วยมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งติดไฟได้ โดยวัสดุเหลือทิ้งเช่น ต้น ใบ เปลือกกล้วย สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพได้

2) นำส่วนต่าง ๆ ของกล้วยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ กล่าวคือ ต้นกล้วยสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ กาบกล้วยและก้านกล้วยสามารถนำมาใช้แทนเชือกหรือผลิตภัณฑ์เพื่อการใช้สอยได้ ใบกล้วยสามารถนำมาใช้ห่อหรือบรรจุอาหารแห้ง และยางกล้วย สามารถใช้เป็นสีย้อมสำหรับทอผ้าได้

3) นำกล้วยมาใช้เป็นอาหาร

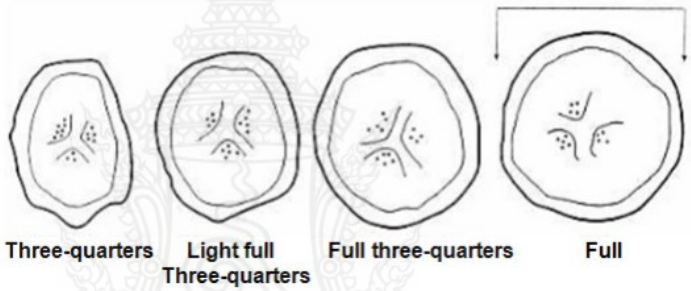
นอกจากผลกล้วยสามารถรับประทานแบบสุกแล้ว ยังสามารถนำผลกล้วยมาทำเป็นขนมอื่น ๆ ได้อีกหลายอย่าง เช่น ขนมกล้วย กล้วยทอด กล้วยตาก กล้วยฉาบ เป็นต้น และส่วนอื่น ๆ ของกล้วยสามารถนำมาทำเป็นอาหาร เช่น หยวกกล้วยใช้แกง หัวปลีใช้รับประทานสด ๆ ได้

นอกจากนี้ยังสามารถทำเครื่องดื่มจากกล้วยน้ำว้าได้ โดยใช้กล้วยน้ำว้าสุกบดละเอียดผสมกับน้ำตาลทราย ละลายน้ำต้มให้เดือด กรอง และแต่งรสด้วยมะนาวและเกลือ อีกทั้งยังสามารถนำกล้วยมาแปรรูปเป็นไวน์กล้วยได้ด้วย โดยนำกล้วยสุกมาเติมน้ำตาลและหมักกับยีสต์ จะได้ไวน์ที่มีแอลกอฮอล์ประมาณ 11-12 เปอร์เซ็นต์ การรับประทานกล้วยทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ รายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของกล้วย (สำนักโภชนาการ, 2535)

คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ ปริมาณ ต่อ 100 กรัม		กล้วยไข่[1]	กล้วยน้ำว้า[1]	กล้วยหอม[1]	กล้วยหักมุก[1]	กล้วยหอมประเทศสหรัฐอเมริกา[2]
พลังงาน	กิโลแคลอรี่	140	139	125	112	88
น้ำ	กรัม	62.8	62.6	66.3	71.2	74.8
โปรตีน	กรัม	1.5	1.1	0.9	1.2	1.2
ไขมัน	กรัม	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	32.9	33.1	29.8	26.3	
กากอาหาร	กรัม	0.4	0.3	0.3	0.4	-
ใยอาหาร	กรัม	1.9	2.3	1.9	-	-
เถ้า	กรัม	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8
แคลเซียม	มิลลิกรัม	4	7	26	7	8
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	23	43	46	48	28
เหล็ก	มิลลิกรัม	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6
เบต้า-แคโรทีน (โปร-วิตะมินเอ)	ไมโครกรัม	792	54	99	-	-
ไทอะมีน (วิตะมินบี 1)	มิลลิกรัม	0.03	0.04	0.04	0.08	0.04
ไรโบฟลาวิน (วิตะมิน 2)	มิลลิกรัม	0.05	0.02	0.07	0.11	0.05
ไนอะซีน	มิลลิกรัม	1.4	1.4	1.0	0.8	0.7
วิตะมินซี	มิลลิกรัม	2	11	27	1	10

กล้วยเป็นผลไม้ที่เสียง่ายมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา หากกล้วยได้รับการปฏิบัติที่ดีทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จะทำให้กล้วยมีคุณภาพดี เป็นที่ต้องการของตลาด โดยปกติอายุของกล้วยตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงเก็บเกี่ยว ใช้เวลา 3-4 เดือน แล้วแต่ชนิดของกล้วย กล้วยที่เต็มที่จะมีผลยืดยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร เมื่อผ่าตามขวางของผลจะเห็นว่าค่อนข้างกลม ไม่มีเหลี่ยม การเก็บเกี่ยวกล้วยมักจะเก็บเมื่อผลยังดิบ มีสีเขียวอยู่ ซึ่งถ้าปล่อยทิ้งไว้ให้สุกบนต้นผลมักจะแตก (ศิลาย้อย, 2545) โดยการเก็บกล้วยโดยทั่วไปแล้วจะพิจารณาขนาดของเหลี่ยมกล้วย เนื่องจากความแก่ของผลจะสัมพันธ์กันกับมุมของเหลี่ยมผล ดังรูปที่ 2.1.3 (Bayleyegn, 2019; วรรณศิริ, 2541) เมื่อกล้วยสุกเต็มที่ เมื่อผ่าตามขวางจะมีรูปร่างกลม ไม่มีเหลี่ยม หรือเรียกว่า Full แต่มีอายุการเก็บรักษาสั้น หากต้องการเก็บเพื่อส่งออกจะต้องเก็บผลกล้วยในระยะที่อ่อนกว่านั้น ผลที่มีอายุน้อยจะมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่าผลแก่ หากเก็บผลกล้วยที่ที่แก่ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเหลี่ยมกล้วยเริ่มเรียมแล้ว กล้วยจะสุกภายใน 3 สัปดาห์ แต่หากเก็บกล้วยที่แก่ประมาณร้อยละ 85-90 กล้วยจะสุกภายใน 1-2 สัปดาห์ (เตชะวงศ์เสถียร, 2524)



รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของกล้วยตามระยะความแก่ (Bayleyegn, 2019)

2.1.4 การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

กล้วยเป็นผลไม้ประเภท climacteric ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะในระหว่างการสุกค่อนข้างชัดเจน ส่งผลให้คุณภาพของกล้วยหลังการเก็บเกี่ยวลดลงอย่างรวดเร็ว โดยการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏของกล้วยโดยตรงซึ่งมีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นปัจจัยแรกที่ผู้บริโภคนำมาใช้พารณาในการเลือกซื้อ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหลังการเก็บเกี่ยวมีดังนี้

2.1.4.1 การสูญเสียน้ำ

ในเซลล์ของผักและผลไม้มีปริมาณน้ำสูงมาก โดยเนื้อเยื่อของผักและผลไม้มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 80-95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การสูญเสียน้ำของผักและผลไม้จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหาย มีการสูญเสียน้ำหนัก และมีรูปร่างเปลี่ยนไปซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปถ้ามีการสูญเสียน้ำเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผักและผลไม้เหี่ยว คุณภาพลดลงและอาจขายไม่ได้ราคา ถ้าผักและผลไม้อยู่ในอุณภูมิสูงหรือมีลมพักจะยิ่งเร่งให้เกิดการเหี่ยวได้เร็วขึ้นภายในไม่กี่ชั่วโมง (บุณยเกียรติ, 2540)

2.1.4.2 การเปลี่ยนแปลงสี

สีของผักและผลไม้ สีของผักและผลไม้เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญถึงคุณภาพและอายุของผลผลิตโดยระหว่างการสุกจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีได้ชัดเจน ในผลไม้ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวซึ่งจะค่อย ๆ หายไป ปรากฏเป็นสีอื่นขึ้นมาแทนที่ การเปลี่ยนแปลงสีต่าง ๆ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสี (pigment) หรือสารสีต่าง ๆ ที่มีอยู่ภายในเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พวกที่ละลายในน้ำ พบในแวคิวโอล ได้แก่ แอนโทไซยานิน และพวกที่ละลายในไขมัน พบในพลาสติกมีหลายชนิดด้วยกันคือ คลอโรฟิลล์ สารสีเหลืองแคโรทีน สารสีแดงไลโคปีน สารสีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้สีของผลผลิตเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของสารสีเหล่านี้ (หนองคาย, 2534)

กล้วยที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวนั้น ส่วนใหญ่ปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลง แต่รงควัตถุชนิดอื่นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ความแก่ และพันธุ์ เช่น กล้วยบางพันธุ์จะยังคงมีสีเขียวอยู่ถึงแม้ว่าจะสุกแล้ว อย่างไรก็ตามการเก็บรักษากล้วยที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ผลกล้วยมีสีเหลืองเร็วขึ้น (รัตนาปนนท์, 2533)

2.2 โรคแอนแทรคโนส

โรคแอนแทรคโนส เป็นโรคพืชที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพ โดยสาเหตุสำคัญของโรคนี้เกิดจากเชื้อราที่อยู่ในจีนัส Colletotrichum จัดอยู่ใน Subdivision Deuteromycotina, Class Coelomycetes, Order Melanconiales, Family Melanconiaceae โดยส่งผลต่อพืชและผลไม้ ทำให้คุณภาพและผลผลิตลดลง ส่งผลต่อเสียเศรษฐกิจของประเทศ โรคนี้สามารถพบได้ในหลายสกุลของพืชถึง 470 สกุล ทั้งพืชตระกูลถั่ว หญ้า ผัก ไม้ผล และไม้ประดับ ทำให้ผลผลิตเน่าเสียอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ไม่สามารถขนส่งระยะไกลได้

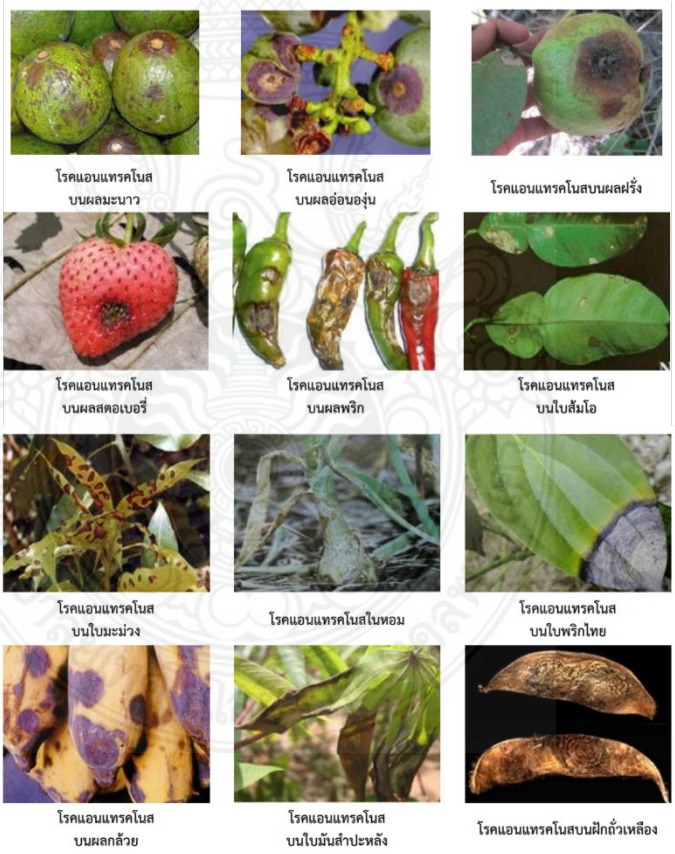
2.2.1 การระบาดของโรค

โรคแอนแทรคโนสมีการระบาดอย่างรวดเร็วและรุนแรงมากในพื้นที่ที่มีอุณภูมิ และความชื้นสูง โรคนี้สามารถทำลายทุกส่วนของพืชตั้งแต่ลำต้น ใบ ก้าน ดอก ผล และเมล็ด ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกลดลงถ้าเกิดกับต้นกล้าจะทำให้ต้นกล้าแห้งตายได้ นอกจากนี้ เชื้อรา *Colletotrichum* spp. สามารถเข้าทำลายเซลล์พืชโดยตรงโดยไม่จำเป็นต้องผ่านช่องเปิดธรรมชาติหรือบาดแผล และมีความสามารถทำลายผลผลิตตั้งแต่ระยะดอกและผลอ่อนๆ โดยไม่แสดงอาการของโรค จัดเป็นการเข้าทำลายแบบแฝง (quiescent infection) จะแสดงอาการชัดเจนเมื่อเข้าสู่ระยะเก็บเกี่ยว โรคนี้มีการกระจายอย่างกว้างขวางทั่วโลกโดยเฉพาะในภูมิภาคที่มีอากาศร้อนชื้น การกระจายของเชื้อสามารถเกิดผ่านทางลม ฝน หรือแมลงที่บินมาเกาะที่แผล นับว่าการระบาดของโรคนี้เป็นไปอย่างรุนแรงมาก เนื่องจากเชื้อสามารถงอกและเจริญเติบโตได้เมื่อได้รับความชื้น (สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูผลิตผลเกษตร, 2556)

2.2.2 ลักษณะทั่วไปและการทำลายของเชื้อรา

การเกิดโรคแอนแทรคโนสพบได้ในพืชหลายชนิดทั่วประเทศไทย โดยการเกิดโรคแอนแทรคโนสในพืชหรือผลไม้แต่ละชนิดเกิดจากเชื้อราต่างชนิดกัน และส่วนมากเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ซึ่งมีลักษณะโคโลนีของเชื้อบนอาหาร PDA เป็นเส้นใยเจริญฟู

สีขาว มีสปอร์ (conidia) รูปทรงกระบอก แท่งสั้น ปลายทั้งสองข้างมน ใสไม่มีสี ขนาด 7.00-11.00 x 5.00-14 .00 ไมครอน (Hyde et al., 2009) อาการของโรคแอนแทรคโนสเริ่มจาก เกิดจุดช้ำฉ่ำน้ำขนาดเล็ก ในระยะแรก ๆ สีน้ำตาลแล้วค่อย ๆ เข้มขึ้นขยายออกเป็นวงกลมหรือวงรีซ้อนกันเป็นชั้น ๆ เนื้อแผลจะยุบต่ำกว่าเดิมเล็กน้อย แผลจุดสีน้ำตาลจะเข้มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลดำซึ่งอาการของโรคจะเห็นชัดเจนในระยะที่ผลเริ่มสุกเมื่อมีความชื้นสูง โดยจากงานวิจัยก่อนหน้า ได้ศึกษาโรคแอนแทรคโนสในแก้วมังกร พบว่า เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Colletotrichum capsica* เข้าทำลายที่ผลของแก้วมังกรทำให้เกิดโรคผลเน่า โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของโรคมากที่สุด เท่ากับ 32.50 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (สำนักงานวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2554) นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อดังกล่าวสามารถเข้าทำลายพริกได้ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเชื้อมีการถ่ายทอดจากผลพริกไปสู่เมล็ดและต้นกล้า ทำให้ปริมาณและคุณภาพการผลิตลดลงอย่างมากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ในช่วงการระบาดรุนแรง (ศรีสุทธี & ลำปาง, 2007) และเชื้อรากลุ่ม Colletotrichum spp. ยังสามารถก่อให้เกิดโรคในพืชและไม้ผลต่าง ๆ อีกหลายชนิด ดังรูปที่ 2.4

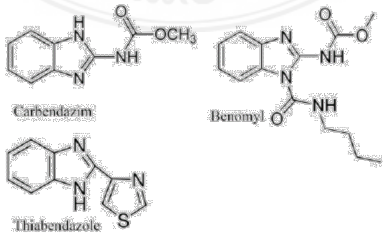


รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการเกิดโรคแอนแทรคโนสในพืชชนิดต่าง ๆ

2.2.3 การป้องกันและกำจัดโรค

ในการยับยั้งหรือกำจัดโรคแอนแทรคโนสสามารถทำได้หลายวิธีทั้งในช่วงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผล โดยก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถระวังโรคแอนแทรคโนสได้โดยการดูแลรักษาความสะอาดของบริเวณปลูก โดยเก็บซากของผลิตผลที่เน่าเสียหรือร่วงหล่นไปกำจัดทิ้งเพื่อลดปริมาณของสปอร์เชื้อราให้ลดลง หรือการใช้สารเคมี สำหรับการป้องกันโรคหลังการเก็บเกี่ยวสามารถทำได้โดยการควบคุมสภาพแวดล้อมการเก็บรักษาให้เหมาะสม เช่น การรักษาความสะอาด ความชื้น อุณหภูมิ และสภาพบรรยากาศ เป็นต้น การเก็บรักษาที่เหมาะสมนอกจากจะเป็นการป้องกันการเกิดบาดแผลที่ผิวซึ่งจะนำไปสู่การติดเชื้อผ่านทางบาดแผลแล้ว ยังระงับการเจริญของเชื้อสาเหตุของโรค และลดการงอกของสปอร์เชื้อราที่ติดมากับผลิตผล

การป้องกันและจำกัดโรคพืชด้วยสารเคมีป้องกันและกำจัดเชื้อราเป็นวิธีที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ ซึ่งเป็นวิธีการเดียวที่ลดความเสียหายจากโรคแอนเทรคโนสได้อย่างรวดเร็ว โดยโรคแอนเทรคโนสนิยมใช้สารเคมีในกลุ่ม benzimidazole ได้แก่ thiabendazole, benomyl, carbendazim และ thiabendazole-methyl (Eckert, 1983) นอกจากนี้ยังเป็นสารเคมีที่สำคัญในการป้องกันและยับยั้งเชื้อราในกลุ่ม Monilinia, Penicillium Botrytis, Ceratocystis และColletotrichum ซึ่งสารเคมีในกลุ่ม benzimidazole นี้ สามารถแทรกซึมลงไปในผิวผลิตผลและทำลายเชื้อได้ โดยที่ benomyl มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดีกว่า แต่ในด้านความคงตัวของสารเคมีหลังการใช้แล้ว thiabendazole และ carbendazim มีความคงตัวดีกว่า โดยการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชแต่ละครั้งพบว่าสามารถใช้ประโยชน์ได้เพียง 25% ที่เหลือ 75% จะแพร่กระจายสะสมในดิน น้ำ และอากาศ (ศุภมาศ, 2545) และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ การทำลายระบบนิเวศน์ การชักนำให้เกิดศัตรูพืชชนิดใหม่ นอกจากนี้การใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราต่อเนื่องเป็นเวลานานจะทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อรา (fry, 1982) มีรายงานว่าเชื้อรา *Colletotrichum* spp. สามารถทนต่อสารป้องกันและกำจัดเชื้อรา *carbendazim* ที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 100 ppm ได้ 70 ไอโซเลทจากทั้งหมด 147 โซเลท (ชัยชนะ, 2550) โดยสารเคมีสามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม โดยเฉพาะสารป้องกันและกำจัดเชื้อราในกลุ่ม benzimidazole ซึ่งมีอิทธิพลต่อการสร้าง tubulin ภายในนิวเคลียสของเชื้อราในตำแหน่ง beta tubulin gene ส่งผลต่อลำดับเบสของกรดอะมิโน ทำให้เชื้อราทนขึ้น (Davidse & Flach, 1977)



รูปที่ 2.5 โครงสร้างทางคมีของสารกลุ่ม benzimidazole (Zhou et al., 2016)

2.3 การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สมุนไพร

การใช้สารเคมีในการป้องกันและยับยั้งโรคหลังเก็บเกี่ยว นอกจากจะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและผู้บริโภคลำดับสุดท้ายด้วย เนื่องจากการใช้สารเคมีจะทำให้เกิดสารพิษตกค้างในผลิตผลทางการเกษตร หากเกษตรกรและผู้บริโภคลำดับสุดท้ายรับสารเคมีไปเป็นเวลานาน สารเคมีที่สะสมในร่างกายจะแสดงอาการอย่างเฉียบพลัน เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดเกร็ง และหายใจติดขัดเป็นต้น และแสดงอาการของโรคแบบเรื้อรังเช่น ตับวาย แผลพุพอง และมะเร็ง เป็นต้น ดังนั้น การใช้สารสกัดธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้

การใช้สมุนไพรในการป้องกันและกำจัดโรคพืชเป็นภูมิปัญญาที่มีการนำสมุนไพรในท้องถิ่นมาใช้ พืชสมุนไพรส่วนมากมีฤทธิ์อ่อน จึงมีความปลอดภัย ไม่เป็นพิษต่อคนและสัตว์เลี้ยง ไม่มีสารพิษตกค้าง สลายตัวได้ง่าย ประหยัด ราคาถูก และสามารถเตรียมใช้เองได้ เมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช ดังตารางที่ 2.3 จากงานวิจัยก่อนหน้านี้มีการศึกษาคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้และสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา สาเหตุของโรคแอนแทรคโนส เช่น กระเพรา ข่า ขมิ้น บัวบก พลู และแว่นแก้ว ที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ พบว่า น้ำส้มควันไม้ สารสกัดพลูด้วยน้ำและเอทานอล สารสกัดข่าด้วยเอทานอล และสารสกัดขมิ้นด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้น 5.0, 0.5, 4.0 และ 6.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใย และการงอกของสปอร์เชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์และมีรายงานว่าสารสกัดจากแมงลักคาสามารถยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสของกล้วยหอมได้ (บุญเรือง, 2542) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากธรรมชาติยังสามารถนำมาใช้ในการรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวได้โดย มีรายงานการทดสอบสารสกัดต่าง ๆ ได้แก่ สารสกัดจากสะเดา สารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดเลม่อน สารสกัดจากมะรุมและสารสกัดจากกระเทียมในการยืดอายุกล้วย พบว่า สารสกัดจากขมิ้นชันให้ประสิทธิภาพในการรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวดีที่สุดรองลงมาเป็นสารสกัดสะเดาและสารสกัดกระเทียม โดยทำให้กล้วยมี shelf life มากที่สุดถึง 14, 13 และ 12 วันตามลำดับ ส่วน สารสกัดจากมะรุม ให้ประสิทธิภาพในการรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด โดยมีทำให้กล้วยมี shelf life ได้เพียง 7 วัน (Hossain, 2023)

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบสารสกัดจากพืชและสารเคมี

รายการเปรียบเทียบ	สารสกัดจากพืช	สารเคมี
การทำลาย	จำเพาะเจาะจง	ไม่จำเพาะเจาะจง
ระดับความเป็นพิษ	ไม่มี-ต่ำ	ต่ำ-สูง
การสลายตัว	ง่าย	ยาก
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ไม่มีผล	มีผล
ราคา	ถูก	แพง
การดื้อยา	โอกาสน้อย	โอกาสมาก
ต้นทุนการผลิต	ต่ำ	สูง
วัตถุดิบการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้	หาได้ทั่วไป ผลิตใช้ได้เอง	หาได้ยาก การผลิตซับซ้อน
การจดลิขสิทธิ์	ไม่มีลิขสิทธิ์	มีการจดลิขสิทธิ์หรือกฎหมายควบคุม

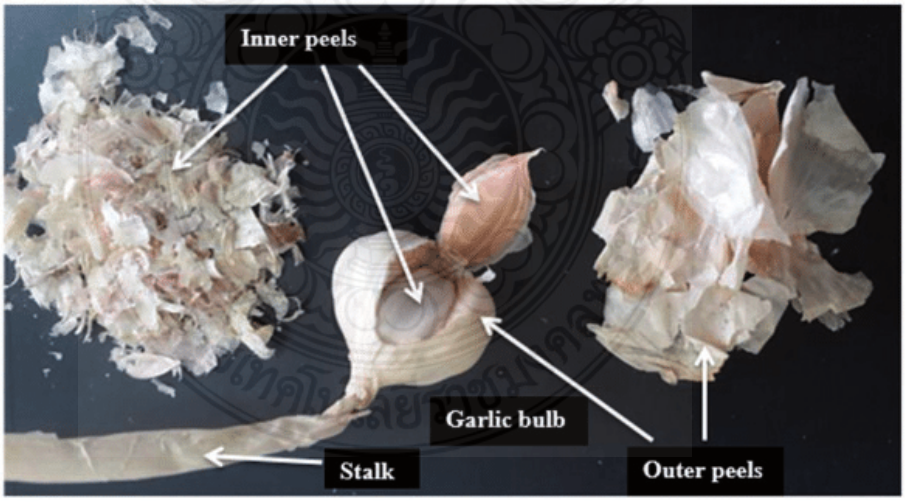
2.4 กระเทียม

กระเทียม ชื่อสามัญ Garlic กระเทียม ชื่อวิทยาศาสตร์ คือคำว่า Allium sativum Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Amaryllidaceae และอยู่ในวงศ์ย่อย Allioideae เช่นเดียวกันกับกุยช่าย พลับพลึงขาว พลับพลึงแดง พลับพลึงตีนเป็ด ว่านสี่ทิศ หอมแดง และหอมใหญ่

2.4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกระเทียม

กระเทียมเป็นพืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดินเป็นหัวลักษณะกลอมแป้น แต่ละหัวประกอบด้วย 6-10 กลีบ เปลือกนอกมีเยื่อสีขาวหรือม่วงอมชมพูหุ้มอยู่ 2-4 ชั้น ลอกออกได้ใบเดี่ยว รูปยาวแคบ แบนปลายแหลม โคนใบแผ่เป็นแผ่นและเชื่อมติดกันหุ้มรอบใบอ่อนกว่าด้านใน ลักษณะคล้ายลำต้นเทียม ดอกช่อ ติดเป็นกระจุกที่ปลายก้าน ดอกย่อยมีกาบหุ้มยาว กลีบดอกมี 6 กลีบ รูปยาวแหลม สีขาวแต้มสีม่วง หรือขาวอมชมพู ผลขนาดเล็กเป็นกระเปาะสั้นๆ รูปไข่หรือค่อนข้างกลม มี 3 พู เมล็ดเล็กสีดำ

สารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ สารในกลุ่มสารประกอบกำมะถัน (organosulfur) ได้แก่ allicin, ajoene, methylajoene, dimethylajoene, allisatin, methylallyl thiosulfinates, dimethyl thiosulfinates, diallyl sulfide, diallyl disulfide, diallyl trisulfide, di(1-propenyl) sulfide, alkenyl disulfide, alkenyl trisulfide, S-allyl cysteine, allyl methyl sulfide, thiacremonone และสารกลุ่มฟลาวานอยด์ ได้แก่ quercetin, isoquercitrin, reynoutrin, astragalin และ isorhamnetin 3-O-b-D-glucopyranoside (Block et al., 1988; Chang & Chen, 2005; Das Gupta et al., 2009; Kim et al., 2001)



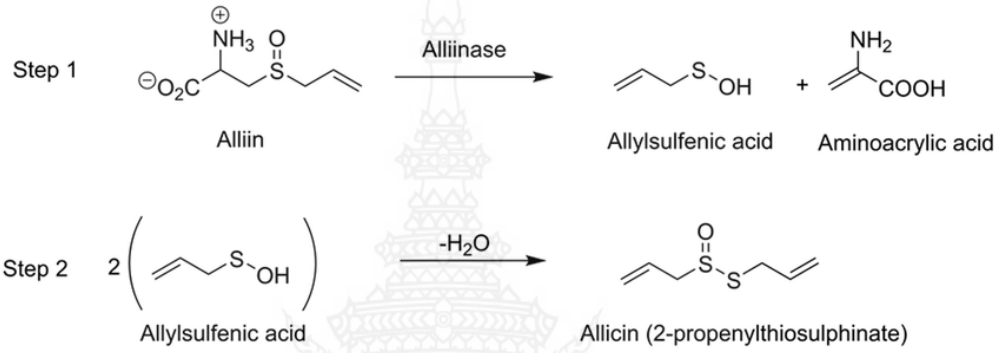
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของกระเทียม (Caglar & Aydinli, 2018)

2.4.2 ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพของกระเทียม

กระเทียมเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลชีพต่าง ๆ ทั้งเชื้อรา โปรโตซัว แบคทีเรีย และไวรัส ซึ่งสารออกฤทธิ์ที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลชีพต่าง ๆ คือ สารแอลิซิน (allicin หรือ diallyl thiosulfinate) โดยสาร allicin ในกระเทียมจะเก็บสะสมอยู่ในรูป

ของสารแอลลิอิน (alliin) เมื่อกระเทียมถูกทำให้แตกด้วยการหั่น ทุบ หรือบด จะทำให้มีปฏิกิริยาของเอนไซม์แอลลิเนส (alliinase) เกิดขึ้น โดย เอนไซม์แอลลิเนสมีกลไกในการเปลี่ยนสารแอลลิอินให้กลายเป็นสารแอลลิซินซึ่งเป็นรูปที่พร้อมจะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลชีพต่าง ๆ (Ankri & Mirelman, 1999; Curtis et al., 2004; Feldberg et al., 1988; Yabaya et al., 2010)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาประสิทธิภาพของกระเทียมในการต้านเชื้อจุลชีพของกระเทียม พบว่า สารสกัดกระเทียมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่คัดแยกจากใบยางพาราได้ (Ogbebor et al., 2007)



รูปที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของแอลลิซินและการเกิดปฏิกิริยาเคมี
(Wallock-Richards et al., 2014)

2.5 ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร

Gas-Exchange Packaging เป็นระบบบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในบรรจุภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมภายนอก ซึ่งช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการหายใจ เช่น ผลไม้และผักสด

หลักการทำงานของ Gas-Exchange Packaging คือการใช้วัสดุหรือฟิล์มที่มีความสามารถในการซึมผ่านของก๊าซเฉพาะที่ควบคุมได้ เพื่อปรับสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับความต้องการของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น

1. ลดระดับออกซิเจน (O_2): ช่วยชะลอการหายใจของผลไม้หรือผัก ซึ่งเป็นการลดการผลิตเอทิลีนและยืดอายุการเก็บรักษา

2. ควบคุมระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2): เพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย

3. ควบคุมการแลกเปลี่ยนความชื้น: ฟิล์มบางประเภทสามารถควบคุมระดับความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์

Gas-Exchange Packaging ถูกนำมาใช้ในหลากหลายผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อรักษาความสดใหม่และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ต้องการการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในบรรจุภัณฑ์อย่างแม่นยำ

ระบบที่ใช้ใน Gas-Exchange Packaging ประกอบด้วย

1. Controlled Atmosphere Packaging (CAP) หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่าง ๆ แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ และอัตราส่วนนี้จะคงที่ตลอดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

2. Modified Atmosphere Packaging (MAP) หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศทีมีอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่าง ๆ แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ และอัตราส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลา โดยขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ อัตราส่วนของก๊าซแรกเริ่ม วัสดุบรรจุที่ใช้และสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

3. Gas-Flush Packaging หมายถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซ ชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ ก๊าซไนโตรเจน โดยการพ่นก๊าซนั้น ๆ เข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะ วิธีนี้นิยมใช้สำหรับไล่ก๊าซออกซิเจนในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น อาหารที่มีไขมันมาก น้ำผลไม้ เป็นต้น

4. Vacuum Packaging หมายถึง การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้สุญญากาศ โดยการดึงเอาอากาศภายในภาชนะหรือภายในผลิตภัณฑ์ออกไป และไม่มีการพ่นก๊าซใด ๆ เข้าไปแทนที่ ซึ่งทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันภายในและภายนอกภาชนะ สังเกตได้จากการ หดรัดตัวของภาชนะบรรจุชนิดอ่อนตัว (Flexible Form) หรือการยุบตัวของภาชนะประเภทกึ่งคงรูป (Semi-Rigid Form) โดยทั่วไปความดันภายในภาชนะจะมีค่าประมาณ 0.5-8 ทอร์ (Torr) (Kadoya, 1990) ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์และระบบการบรรจุ

ก๊าซที่นำมาใช้มากที่สุดใน Gas-Exchange Packaging คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจน (N_2) และออกซิเจน (N_2) ในบางกรณีจะพบการใช้ก๊าซอื่น ๆ เช่น เอทิลีนออกไซด์ (C_2H_4O) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) หรือซัลเฟอร์ออกไซด์ (SO_2) ก๊าซเหล่านี้ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อยั้บยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ (Kramer และคณะ, 1980) และใช้เฉพาะกับอาหารบางชนิดเท่านั้น แต่บางประเทศไม่อนุญาติให้ใช้ก๊าซอื่นใดนอกเหนือไปจาก ก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจน

ระบบการบรรจุ (Packaging System) ที่มีใช้กันทั่วไปในระดับอุตสาหกรรมมี 2 ระบบที่สำคัญคือ

1. ระบบสุญญากาศ-พ่นก๊าซ (Vacuum-Reinjection System) โดยจะใช้เครื่องสูบสุญญากาศกำจัดอากาศภายในภาชนะออกแล้วพ่นก๊าซที่ต้องการเข้าไป ปิดผนึกให้เรียบร้อย วิธีนี้พบว่ามีก๊าซออกซิเจนหลงเหลือประมาณร้อยละ 0.5-1

2. ระบบพ่นก๊าซแทนที่อากาศ (Gas purging หรือ Flushing System) โดยการพ่นก๊าซที่ต้องการบรรจุเข้าไปในภาชนะเป็นเวลานานพอควรจนก๊าซเข้าไปแทนที่อากาศในภาชนะแล้วจึงปิดผนึกภาชนะ วิธีนี้จะพบก๊าซออกซิเจนหลงเหลือภายในภาชนะค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 2-3 บางกรณีอาจสูงถึงร้อยละ 5 ซึ่งการจะเลือกใช้ระบบการบรรจุใดขึ้นกับผลิตภัณฑ์และวัสดุบรรจุที่เลือกใช้

2.6 ชนิดของก๊าซที่ใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศ

ก๊าซที่ใช้ในการปรับสภาพบรรยากาศได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) และ ก๊าซออกซิเจน (O_2) รวมถึงก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งอาจใช้ก๊าซเพียงชนิดใดชนิด

หนึ่งหรือ หลายชนิดร่วมกันขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ชนิด และจำนวนจุลินทรีย์ในอาหาร ก๊าซแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและมีบทบาทต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Hintlian และ Hotchkiss (1986) ได้สรุปผลงานของนักวิจัยหลายท่านว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีก็ต่อเมื่อจุลินทรีย์นั้นอยู่ในช่วงการเตรียมพร้อมเพื่อแบ่งตัว (Lag phase) โดยจะทำให้ช่วงเวลานี้ยาวนานขึ้นเป็นผลทำให้การแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ช้ายิ่งขึ้น ส่งผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ และจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศที่ก่อให้เกิดอาหารเสื่อมเสีย

2. ก๊าซไนโตรเจน

ในอากาศทั่วไปจะมีก๊าซไนโตรเจนประมาณร้อยละ 79 คุณสมบัติสำคัญที่นำมาใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร คือ

1.เป็นก๊าซเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี จึงมักใช้ในการแทนที่ก๊าซออกซิเจนเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร นอกจากนี้ยังนิยมใช้ก๊าซไนโตรเจนเพื่อรักษาระดับความดันภายในภาชนะบรรจุ ป้องกันการยุบตัวของภาชนะ และการแตกหักเสียรูปทรงของผลิตภัณฑ์

2.ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส จึงสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิด

3.ละลายในน้ำและไขมันได้น้อยมาก

การใช้ก๊าซไนโตรเจนภายใต้การบรรจุแบบ MAP มีวัตถุประสงค์เพื่อแทนที่ก๊าซออกซิเจนและรักษาความดันภายในภาชนะบรรจุมิให้ลดต่ำเกินไป ทั้งเนื่องจากก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์บางส่วนจะสูญหายไประหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ก๊าซไนโตรเจนเองไม่ได้มีผลโดยตรง ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ

2.7 คุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของที่ระลึก

เพื่อใช้เป็นนิยามแนวคิด (Conceptual definition) ในการศึกษาแนวทางในการออกแบบของที่ระลึก ให้มีคุณลักษณะทั้งในด้านการใช้งานและในด้านการตลาด ตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

1. ด้านการใช้งาน
   - มีประสิทธิภาพในการคุ้มครองรักษาสินค้าภายใน
   - อำนวยความสะดวกในการหิ้วถือ นำพา
   - มอบเป็นของฝากได้โดยไม่ต้องนำมาห่อซ้ำ
   - เปิดบริโภค และจัดเก็บสินค้าส่วนที่เหลือได้สะดวก
   - สามารถตรวจพิจารณา สินค้าภายในของที่ระลึกได้
2. ด้านการตลาด
   - แสดงถึงเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น
   - สร้างความทรงจำ น่าประทับใจ
   - สื่อถึงคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ได้อย่างเด่นชัด
   - แสดงถึงการมีภาพลักษณ์ที่รับผิดชอบต่อสังคม

กรอบแนวคิดในขั้นตอนการพัฒนาปรับปรุงของที่ระลึกเพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิด (Conceptual frame work) ในการประเมินผลงานการออกแบบของที่ระลึกในแนวทางต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและกลุ่มเป้าหมาย โดยการประเมินความพึงพอใจในผลงานออกแบบตามคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านการใช้งาน
   - มีประสิทธิภาพในการคุ้มครองรักษาสินค้าภายใน
   - อำนวยความสะดวกในการหิ้วถือ นำพา
   - มอบเป็นของฝากได้โดยไม่ต้องนำมาห่อซ้ำ
   - เปิดบริโภค และจัดเก็บสินค้าส่วนที่เหลือได้สะดวก
   - สามารถตรวจพิจารณา สินค้าภายในของที่ระลึกได้
2. ด้านการตลาด
   - แสดงถึงเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น
   - สร้างความทรงจำ น่าประทับใจ
   - สื่อถึงคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ได้อย่างเด่นชัด
   - แสดงถึงการมีภาพลักษณ์ที่รับผิดชอบต่อสังคม เช่น เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3.1

วิธีการดำเนินวิจัย
โครงการวิจัยย่อยที่ 1
สารสกัดจากกระเทียมเพื่อยับยั้งโรคแอนแทรคโนสในกล้วยเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

บทที่ 3.1

วิธีการดำเนินวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่สำคัญ

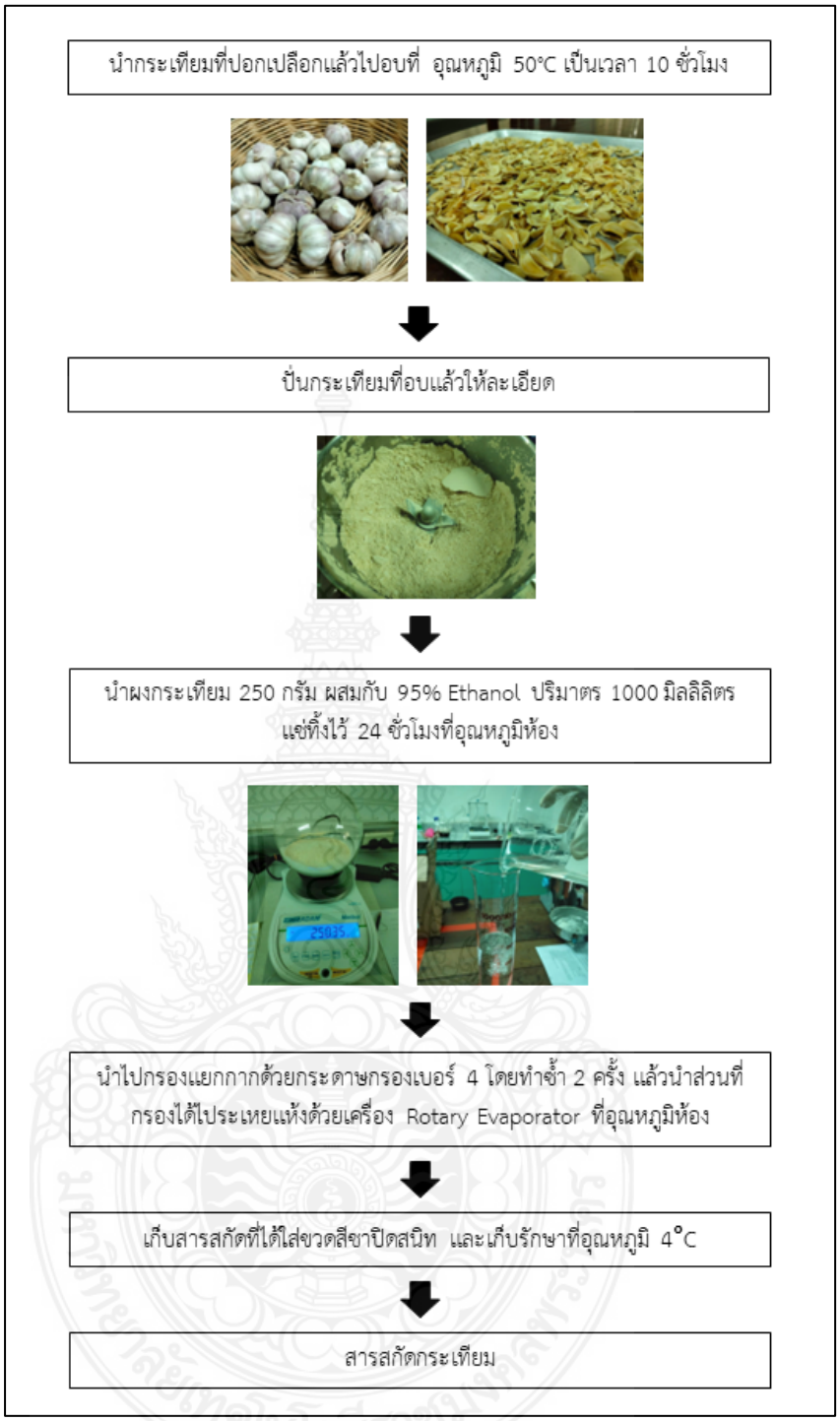
1) กระเทียม
2) เอทานอล 95 %
3) Clorox
4) เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง
5) หม้อนึ่งความดัน
6) เครื่องระเหยแห้งภายใต้ความดันต่ำ (Rotary Evaporator)
7) ตู้อบ
8) ตู้เขี่ยเชื้อ
9) จานเลี้ยงเชื้อ
10) เครื่องปั่นผสมอาหาร

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมสารสกัดกระเทียม

คัดเลือกกระเทียม นำมาปอกเปลือกและนำไปอบที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง แล้วนำกระเทียมที่อบเสร็จแล้วมาปั่นให้ละเอียด จากนั้นชั่งผงกระเทียม 250 กรัม ผสมกับเอทานอล 95% ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดแล้วนำไปกรองแยกกากด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง แล้วนำส่วนที่กรองได้ไประเหยแห้งด้วยเครื่อง Rotary Evaporator ที่อุณหภูมิห้อง เก็บสารสกัดที่ได้ใส่ขวดสีชาปิดสนิท และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C (วิชัย, 2548) เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป ดังภาพที่ 1 บันทึกน้ำหนักสารสกัดเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์สารสกัดดังสมการด้านล่าง (ศิลป์สุภา, 2551)

ร้อยละสารสกัด = น้ำหนักสารสกัด/น้ำหนักตัวอย่างพืช × 100



รูปที่ 3.1.1 ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดกระเทียม

3.2.2 การเตรียมสารสกัดจากกระเทียมในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

เตรียมสารสกัดจากการเทียมด้วยความข้นต่าง โดยนำสารสกัดจากกระเทียมปริมาณปริมาณ 12.8 มิลลิกรัม มาละลายในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex จะได้สารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้น 320 ppm จากนั้น เจือจางสารสกัดกระเทียม ให้ได้ความเข้มข้น 80, 40, 20 และ 10 ppm โดยใช้น้ำกลั่นปลอดเชื้อดังตารางที่ 3.1.1

ตารางที่ 3.1.1 การเตรียมสารสกัดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นสารสกัดที่ต้องการเตรียม (ppm)	ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)	ความเข้มข้นสารสกัดตั้งต้น (ppm)	ปริมาตรสารสกัดตั้งต้นที่ใช้ (มิลลิลิตร)
10	100	320	3.125
20	100	320	6.25
40	100	320	12.5
80	100	320	25

3.2.3 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและการเตรียมเชื้อรา

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง PDA โดยชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA สำเร็จรูปปริมาณ 19.5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร ใช้ Graduated Cylinder ขนาด 500 มิลลิลิตร ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร เทใส่ขวดดูแรน ขนาด 1000 มิลลิลิตร ผสมอาหารให้เข้ากันและนำไป Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 ˚C เป็นเวลา 15 นาที จากนั้น รอจนอุณหภูมิอาหารเลี้ยงเชื้อลดลงเหลือประมาณ 50 ˚C เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในจานเลี้ยงเชื้อปริมาตร 25 มิลลิลิตร รอจนอาหารแห้งจึงนำเชื้อรามาเพาะเลี้ยง

นำเชื้อรา *C. gloeosporioides* ซึ่งเป็นสายพันธุ์เชื้อราก่อโรคแอนแทรคโนสของกล้วย (จากคลินิคโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง PDA ที่เตรียมไว้ โดยตัดเชื้อราพร้อมอาหารเลี้ยงเชื้อเก่าขนาด 3*3 มิลลิเมตร และนำมาวางตรงกลางของเพลทอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง PDA โดยคว่ำให้เชื้อราสัมผัสกับอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นวลา 5 วัน จากนั้นนำเชื้อราบริเวณเส้นใยไปใช้ในการทดลอง

3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราด้วยวิธี Dilution Susceptibility Test

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมสารสกัดกะเทียม โดยชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป ปริมาณ x กรัม ละลายในน้ำกลั่นปลอดเชื้อปริมาตร 600 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 ˚C เป็นเวลา 15 นาที รอจนอุณหภูมิของอาหารเลี้ยงเชื้อลดลงเหลือประมาณ 45-50 ˚C ตวงอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 135 มิลลิลิตร ผสมกับสารสกัดแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเทใส่จานเลี้ยงเชื้อจานละ 30 มิลลิลิตร รอจนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง แล้วจึงย้ายเชื้อราที่ทดสอบลงไปวาง

หาความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของสารสกัดจากกระเทียมที่สามารถยับยั้งเชื้อรา *C. gloeosporioides* โดยนำเชื้อรา *C. gloeosporioides* ที่เลี้ยงไว้บนอาหาร PDA ในจานเลี้ยงเชื้อเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 ใช้ loop ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm มาลนไฟฆ่าเชื้อทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเจาะเส้นใยที่บริเวณโคโลนี เพื่อให้เส้นใยใหม่ ที่กำลังเจริญ จากนั้นย้ายชิ้นวุ้นลงบนอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดจากกระเทียมที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 10, 20, 40, และ 80 ppm รวมถึงอาหาร PDA ชุดควบคุมที่ไม่ได้ผสมสารสกัดกระเทียม วางชิ้นวุ้นเชื้อราลงบนจุดศูนย์กลางของจานเลี้ยงเชื้อ โดยคว่ำเอาด้านที่มีเส้นใยของเชื้อราให้สัมผัสกับผิวหน้าอาหาร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ

30 °C นาน 5 วัน โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) บันทึกผลการทดลองโดยการเจริญเติบโตของเส้นใย เชื้อราที่กำลังเจริญอยู่บนผิวหน้าอาหารผสมสารสกัดจากกระเทียม ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีที่เจริญในอาหาร เปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราในชุดควบคุม นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ การยับยั้งการเจริญเติบโตจากสูตรดังต่อไปนี้ (เฉลิมชัย, 2545)

ร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโต = [(A-B)/A] x100

A = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อเปรียบเทียบ

B = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อบนจานอาหารที่ผสมสารสกัด

3.2.5 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรากับกล้วยโดยวิธีการแช่

ในการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของสารสกัดกระเทียมในผลกล้วยนั้น ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่ดีที่สุดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ และแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย ได้แก่ การทดสอบสารสกัดกับกล้วยในสภาวะที่มีเชื้อรา และการทดสอบสารสกัดกับกล้วยสภาวะปกติ โดยทั้ง 2 การทดลองใช้กล้วยระยะที่ 2 ที่มีผิวเปลือกสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อย

3.2.5.1 การทดสอบกับกล้วยในสภาวะที่มีเชื้อรา

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในผลกล้วยจริง โดยคัดเลือกกล้วยระยะที่ 2 จำนวน 30 ผล นำกล้วยมาล้างทำความสะอาดและกำจัดเชื้อที่อาจปนเปื้อนมากับกล้วยในตอนแรกด้วยการนำไปแช่ใน 70% เอทานอล เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นแช่ใน 3% โซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นเวลา 5 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ จำนวน 3 รอบ นำกล้วยมาตากให้แห้ง แบ่งกล้วยออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ผล ดังตารางที่ 5.1 ใช้ปลายทิปเจาะที่ผิวของเปลือกกล้วย จำนวน 3 จุดต่อ 1 ผล เป็นการจำลองการเกิดบาดแผลซึ่งนำไปสู่การติดเชื้อตามธรรมชาติ สำหรับกลุ่มที่ต้องแช่สารสกัด เตรียมสารสกัดความเข้มข้นที่ต้องการปริมาตร 2 ลิตร นำกล้วยไปแช่ เป็นเวลา 2 นาที และตากให้แห้ง แล้วจึงใช้ปลายทิปเจาะที่ผิวของเปลือกกล้วย ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมปกติ โดยเจาะผิวเปลือกกล้วยปกติ และหยอดน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ปริมาตร 10 ไมโครลิตรต่อจุด

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุมสารสกัด โดยนำกล้วยไปแช่สารสกัดเป็นเวลา 2 นาที รอให้แห้ง เจาะผิวเปลือกกล้วย และหยอดน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ปริมาตร 10 ไมโครลิตรต่อจุด

กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุมอาหารวุ้น โดยนำกล้วยไปแช่สารสกัดเป็นเวลา 2 นาที รอให้แห้ง เจาะผิวเปลือกกล้วย และวางชิ้นอาหารวุ้นที่ปราศจากเชื้อ ขนาด 3*3 มิลลิเมตรบริเวณผิวที่เจาะ

กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมติดเชื้อรา โดยเจาะผิวเปลือกกล้วย และวางชิ้นวุ้นเชื้อราขนาด 3*3 มิลลิเมตรบริเวณผิวที่เจาะ

กลุ่มที่ 5 กลุ่มทดสอบสารสกัด โดยนำกล้วยไปแช่สารสกัดเป็นเวลา 2 นาที รอให้แห้ง เจาะผิวเปลือกกล้วย และวางชิ้นวุ้นเชื้อราขนาด 3*3 มิลลิเมตรบริเวณผิวที่เจาะ

วางผลกล้วยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลจากการถ่ายภาพและการเกิดโรคเมื่อครบกำหนด 5 วัน วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผลที่เกิดจากโรค เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นำค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรค จากสูตรดังนี้

ร้อยละการยับยั้งการเกิดรอบโรค = [(A-B)/A] x100

A = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยโรคบนกล้วยเปรียบเทียบ

B = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยโรคบนกล้วยที่แช่สารสกัด

ตารางที่ 3.1.2 รายละเอียดกลุ่มทดสอบต่าง ๆ

	ทำให้เกิดบาดแผลด้วยปลายทิป	น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	สารสกัดกระเทียม	ชิ้นวุ้น PDA ปกติ	ชิ้นวุ้น PDA ที่มีเชื้อรา
1. กลุ่มควบคุมปกติ	√	√	-	-	-
2. กลุ่มควบคุมสารสกัด	√	-	√	-	-
3. กลุ่มควบคุมอาหารวุ้น	√	-	√	√	-
4. กลุ่มควบคุมติดเชื้อรา	√	-	-	-	√
5. กลุ่มทดสอบสารสกัด	√	-	√	-	√

3.2.5.2 การทดสอบสารสกัดกับกล้วยสภาวะปกติ

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในกล้วยสภาวะปกติทั่วไป โดยเตรียมสารสกัดตามความเข้มข้นที่ต้องการ และจำลองการทดลองโดยคัดเลือกกล้วยระยะที่ 3 จำนวน 24 ผล นำกล้วยมาล้างทำความสะอาด ตากให้แห้ง และแบ่งกล้วยออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ผล ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กล้วยปกติ

กลุ่มที่ 2 กล้วยแช่น้ำปลอดเชื้อ โดยนำกล้วยมาแช่น้ำปลอดเชื้อเป็นเวลา 2 นาที และตากให้แห้ง

กลุ่มที่ 3 กล้วยแช่สารสกัด โดยนำกล้วยมาแช่สารสกัดเป็นเวลา 2 นาที และตากให้แห้ง

วางผลกล้วยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 และ 7 วัน บันทึกผลจากการถ่ายภาพ

บทที่ 3.2

วิธีการดำเนินวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยสุกเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

บทที่ 3.2

วิธีการดำเนินวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 กล้วยหอมที่ซื้อจากตลาดเทเวศร์

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สาหรับการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์สาหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) รุ่น Aqua Lab CX3TE

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สาหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.2.1 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด (Moisture Determination Balance) รุ่น FD-620

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.2.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

3.2.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

3.2.3.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave) Sanyo รุ่น Lado Autoclave

3.2.3.4 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) Binder รุ่น FD 115

3.2.3.5 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

3.2.3.6 บีกเกอร์

3.2.3.7 ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อ

3.2.3.8 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ

3.3.3.9 แอลกอฮอล์

3.2.3.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.4.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล

3.2.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำหรับประมวลผลทางสถิติ

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.3.1 ศึกษาสภาวะบรรยากาศที่เหมาะสมต่อการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยสุก

นำกล้วยสุก ไปบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ปรับสภาวะก๊าซภายใน โดยบรรจุใน 3 สภาวะคือ (1) สภาวะบรรยากาศปกติ (2) สภาวะMAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80% และ (3) สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% ตามลำดับ ตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิ 14 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยสุ่มสภาวะละ 6 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ผล เพื่อตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.2 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ตรวจวัดค่าสีของเปลือกกล้วย ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่นCM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.70.0001 ค่าที่วัดได้แก่ สี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว, 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ), a* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง, - หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึงวัตถุที่มีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) โดยนำกล้วยสุกที่สุ่มตัวอย่างจากข้อ 3.3.1

3.3.3 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ตรวจวัดความชื้น ด้วยเครื่อง IR, Sartorius Model รุ่น MA150C โดยนำกล้วยสุกที่สุ่มตัวอย่างจากข้อ 3.3.1 มาทำการตรวจวัดค่าความชื้น

3.3.4 วิเคราห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ของกล้วยหอมสุกในสภาวะที่เก็บทำการเก็บรักษา (จากข้อ 3.3.1) นำมาตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา *E. coli* Coliform และ *Salmonella* spp. ตามวิธีการของ AOAC (2000)

3.3.5 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยนำกล้วยสุก (จากข้อ 3.3.1) มาทดสอบชิมด้วยวิธีการทดสอบคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิม โดยการวางแผนทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

3.4.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 522, 621, 622

3.4.2 เชิงทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 13 พฤศจิกายน 2566 – 23 มีนาคม 2567

บทที่ 3.3

วิธีการดำเนินวิจัย
โครงการวิจัยย่อยที่ 3
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากส่วนเหลือทิ้งในการปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

บทที่ 3.3

วิธีการดำเนินวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 แป้งข้าวเจ้า ตราสิงห์ดาว
3.1.2 กาว
3.1.3 กาบกล้วย จากจังหวัดนครราชสีมา
3.1.4 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล
3.1.5 เกลือ ตราปรุงทิพย์
3.1.7 น้ำปูนใส จากตลาดเทเวศร์
3.1.8 น้ำแข็ง จากตลาดเทเวศร์
3.1.9 น้ำหวานเข้มข้น จากตลาดเทเวศร์

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
3.2.2 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
3.2.3 กรดบอริก (H_3BO_3)
3.2.4 คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)
3.2.5 โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
3.2.6 อะซิโตน (C_3H_6O)
3.2.7 เมธิลเรด ($C_{13}H_{15}N_3O_2$)
3.2.8 ปิโตรเลียมอีเทอร์
3.2.9 n - octanol
3.2.10 โบรโมครีโซลกรีน ($C_{21}H_{14}Br_4O_5S$)
3.2.11 โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาธาเลต ($KHC_8H_4O_4$)
3.2.12 ฟีนอล์ฟธาลีน ($C_{20}H_{14}O_4$)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

3.3.1.1 กระทะไฟฟ้า หน้าเรียบเคลือบเทฟล่อน Verasu รุ่น SEV-2189
3.3.1.2 ตะแกรงร่อนขนาดปกติ
3.3.1.3 เครื่องปั่น Vita-Mix รุ่น VM0104
3.3.1.4 ถุงฟอยล์สุญญากาศ
3.3.1.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก OHAUS รุ่น V11P3
3.3.1.6 อ่างผสม

3.3.1.7 ตู้อบลมร้อน BINDER รุ่น BD1150

3.3.1.8 ถาดแสตนเลสขนาด 16.5 x 11.5 นิ้ว

3.3.1.9 กระจ่าสำหรับละเลงขนมเบื้อง

3.3.1.11 ที่แซะขนมเบื้อง

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.2.1 เครื่องวัดสี Spectrophotometer รุ่น CM-3500d

3.3.2.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.3.2.3 เครื่องร่อนแยกขนาดแป้ง Retsch AS 200

3.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.3.3.1 ชุดเครื่องแก้ว

3.3.3.2 ตู้ดูดควัน

3.3.3.3 โถดูดความชื้น (Desicator)

3.3.3.4 เครื่องตรวจวัดปริมาณความชื้น (IR Moisture Determination Balance รุ่น FD-620)

3.3.3.5 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น PB-10

3.3.3.6 ตู้อบลมร้อน BINDER MODEL ED 115/E2 S/N WTBOO 12/90

3.3.3.7 เตาเผา Carboltte CWF 1100

3.3.3.8 Hotplate 1022 Hot DLATE FOSS TECATOR บริษัท ไซแอนติปิกโปรโมชั่น จำกัด

3.3.3.9 อื่นๆ ได้แก่ ถ้วยกระเบื้อง ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด ครูซิเบิลแก้ว ช้อนตักสาร และคีมคีบ Vial หัวกรอง Nylon membrance filter 0.45 µm

3.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล

3.3.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมทางสถิติ

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของกาบกล้วย

กาบกล้วย ที่นำมาศึกษาคือกาบกล้วย จากจังหวัดสิงห์บุรี ซึ่งก่อนนำมาศึกษาคุณสมบัติ ทางกายภาพและทางเคมี และต้องทำการฝานจากต้นกล้วย ทำความสะอาดเพื่อคัดสิ่งแปลกปลอมในกาบกล้วยออก นำกาบกล้วยไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี เพื่อเตรียมให้สำหรับการทำกาบกล้วยอบแห้ง

3.4.1.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

3.4.1.1.1 ตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ศึกษาค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยนำกาบกล้วยอบแห้งที่ได้ ชั่งน้ำหนัก 3 กรัม ใส่ในภาชนะตัวอย่างเพื่อวัดค่า โดยใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) AQVALAB รุ่นSERIESPE 06069336B

3.4.1.1.2 ตรวจวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer CM-3500d และแสดงผลในรูปของค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

3.4.1.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.4.1.2.1 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (ร้อยละ) ได้แก่ ปริมาณความชื้น เส้นใย หยาบ เถ้า ทั้งหมดตามวิธีการของ (AOAC, 2000)

ขั้นตอนการเตรียมกาบกล้วยอบแห้ง

ลอกกาบกล้วยออกจากต้นกล้วย

↓

ปลอกกาบกล้วย ทั้งแบบบางและแบบหนา

↓

อบกาบกล้วยที่อุณหูมิ 50 °C เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 14

↓

บรรจุกาบกล้วยอบแห้งที่ได้ในบรรจุภัณฑ์ฟอยด์สุญญากาศ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตกาบกล้วยอบแห้ง

ที่มา: ดัดแปลงจาก ใจทิพย์ (ม.ป.ป.), ศิริพรรณ (2555) และ Zullaikah et al. (2005)

3.4.2 ศึกษาพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตฉนวนรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

3.4.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ

ศึกษาสูตรปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิโบราณสูตรพื้นฐาน และคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุดเพื่อเป็นสูตรต้นแบบในการผลิตปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง โดยทำการผลิตปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจำนวน 2 แบบแสดงดังตารางที่ 3.1 และวิธีการผลิตแสดงดังแผนภาพที่ 3.2 และ 3.3 มาวิเคราะห์ผลด้วยสถิติแบบ T – Test เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปพัฒนาปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิและทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของ **ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ**ทั้งสองแบบ

ขั้นตอนการทำปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ (แบบที่ 1)

ตัดกาบกล้วยอบแห้งเป็นชิ้น

นำกาบกล้วยอบแห้งทากาวติดลงบนแบบแก้วตัวอย่าง

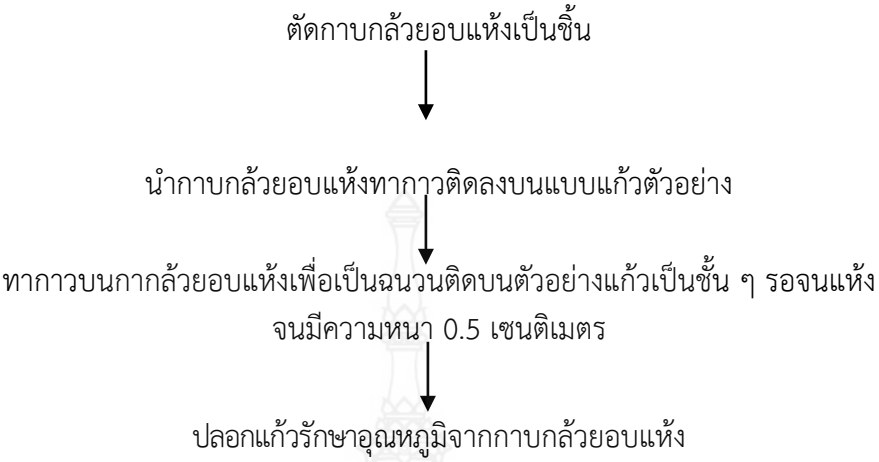
ทากาวบนกากล้วยอบแห้งเพื่อเป็นฉนวนติดบนตัวอย่างแก้วเป็นชั้น ๆ รอจนแห้งจนมีความหนา 0.5 เซนติเมตร

หุ้มด้วยหนัง PVC ลงบนฉนวนกาบกล้วย

ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

แผนภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบที่ 1

ขั้นตอนการทำปลอกรักษาอุณหภูมิ (แบบที่ 2)



แผนภาพที่ 3.3 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบที่ 2

3.4.2.3 การเตรียมกาบกล้วยอบแห้ง

โดยการนำกาบกล้วยมาเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นกาบกล้วยอบแห้ง เพื่อนำไปใช้ทดแทนฉนวนในการผลิตปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง (แสดงกรรมวิธีการผลิตดังแผนภาพที่ 3.3)

3.4.2.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (กาบกล้วยอบแห้ง) (ตามวิธีข้อ 3.4.1.1)

3.4.2.3.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (กาบกล้วยอบแห้ง)

การวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น (IR Moisture Determination Balance) รุ่น FD - 620)

3.4.2.4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

3.4.2.4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter Jenway รุ่น 3320)

จากนั้นนำสูตรที่พัฒนาได้ดีที่สุดมาทำการเตรียมเป็นปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง เพื่อใช้เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีกับสูตรพื้นฐานและสูตรท้องตลาดต่อไป

3.4.2.4.4 การเตรียมปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

การเตรียมปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง นำสูตรที่ดีที่สุดจากข้อ 3.4.2.4.3 มาทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์แป้งปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ

3.4.2.5 ศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของ**ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ**นำมาบดละเอียดจำนวน 3 แบบ ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง และสูตรท้องตลาดที่ผ่านการสำรวจว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับปลอกแก้วในท้องตลาด

3.4.2.5.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ตามวิธีข้อ 3.4.1.1)

3.4.2.5.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (ตามวิธีข้อ 3.4.1.2)

3.4.2.6 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง โดยเก็บรักษาปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง ในบรรจุภัณฑ์ ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14 วัน ทำการตรวจคุณภาพทุก คือ 2, 4, 6 เดือน มีปริมาณความชื้นเกิน ร้อยละ 14 จึงหยุดการทดสอบหาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทำการตรวจคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

3.4.2.6.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (กาบกล้วยอบแห้ง) (ตามวิธีข้อ 3.4.1.1)

3.4.2.6.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี (กาบกล้วยอบแห้ง) (ตามวิธีข้อ 3.4.2.3.2)

3.4.2.2.7 การสำรวจความพึงพอใจ

การสำรวจความพึงพอใจของปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง และบรรจุภัณฑ์ ด้วยแบบสำรวจกับกลุ่มผู้บริโภคที่ใช้ปบอกแก้วจำนวน 32 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range test (DMRT)

3.4.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

การสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ

สำรวจด้านความพึงพอใจต่อคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิได้แก่ สี เนื้อสัมผัส และ การรักษาอุณหภูมิ โดยมีรูปแบบปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิให้ผู้บริโภคทำแบบทดสอบเลือกจำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ แบบหุ้มหนัง หุ้มผ้า และ แบบเปเปอร์มาเช่ จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นจากแม่ค้าขายปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิเกี่ยวกับความนิยมบริโภคปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิของผู้บริโภค โดยทำการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน คณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนที่อยู่บริเวณที่อยู่อาศัยของคณะผู้จัดทำ ใช้สถิติในการสุ่มแบบตามสะดวก (Convenienced Selection) โดยใช้กลุ่มเป้าหมายช่วงวัยผู้ใหญ่ตอนปลาย อายุ 25 - 55 ปี เพราะเป็นวัยที่นิยมใช้ และมีอำนาจในการเลือกซื้อมากกว่าวัยอื่น

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

3.5.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 522, 621, 622

3.5.2 เชิงทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.6 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

ระยะเวลาในการดำเนินการทดลองการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง 13 พฤศจิกายน 2566 – 23 มีนาคม 2567

บทที่ 4.1

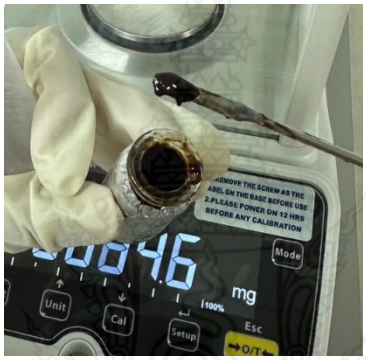
ผลการวิจัย
โครงการวิจัยย่อยที่ 1
สารสกัดจากกระเทียมเพื่อยับยั้งโรคแอนแทรคโนสในกล้วยเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

บทที่ 4.1

ผลการวิจัย

4.1 การเตรียมสารสกัดกระเทียม

เตรียมสารสกัดกระเทียม โดยวิธีของ วิชัย (2554) หลังจากที่ระเหยแห้งด้วยเครื่อง Rotary Evaporator สารสกัดกระเทียมที่เตรียมได้มีลักษณะข้นและเหนียว สีน้ำตาล ดังรูปที่ 4.1.1 นำสารสกัดที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์สารสกัด พบว่าได้ 1.23 เปอร์เซ็นต์เทียบจากผงกระเทียมตั้งต้น ดังตารางที่ 4.1.1



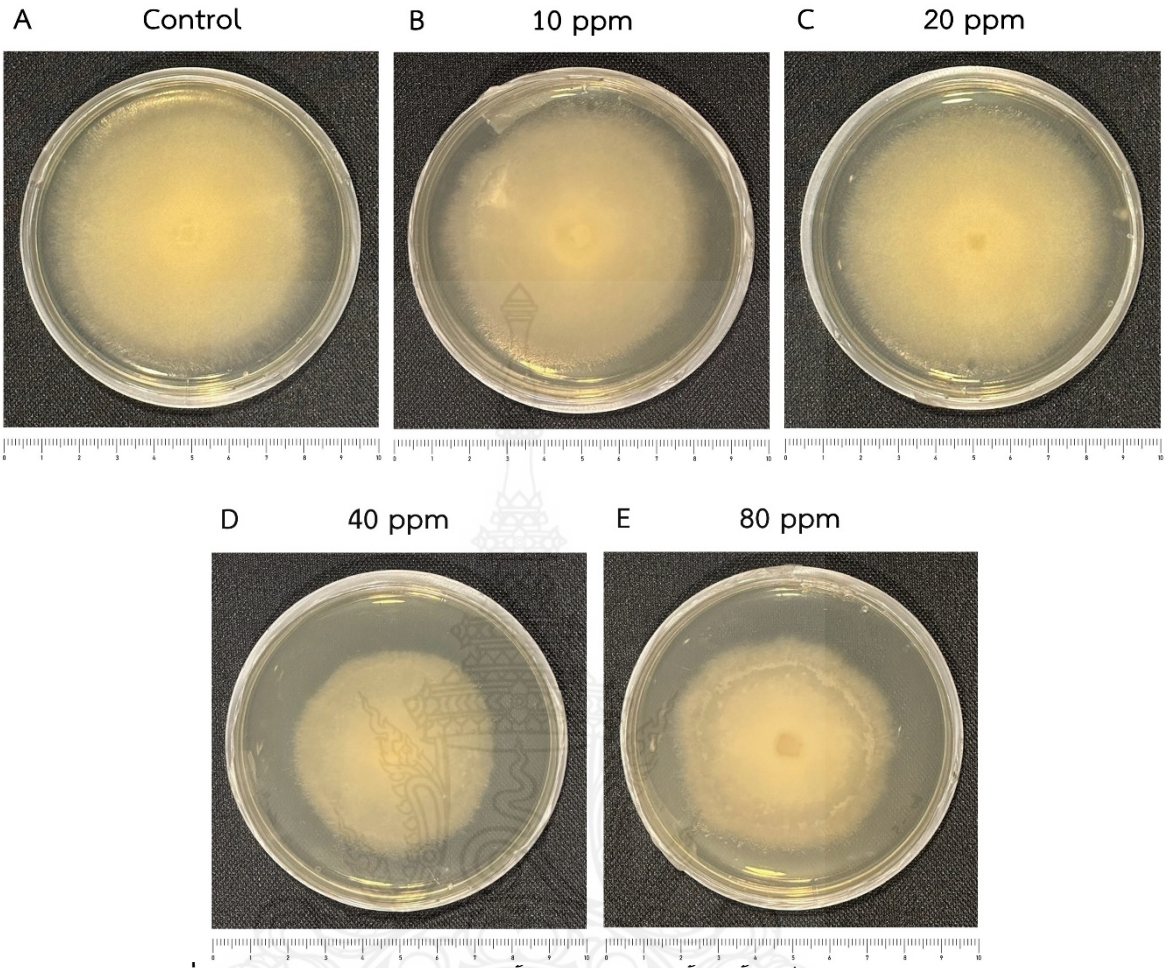
รูปที่ 4.1.1 สารสกัดกระเทียม

ตารางที่ 4.1.1 ปริมาณสารสกัดกระเทียม

	น้ำหนักผงกระเทียม	**น้ำหนักสารสกัด**
กระเทียม	500 กรัม	6.15 กรัม
เปอร์เซ็นต์สารสกัด	1.23	

4.2 การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราด้วยวิธี Dilution Susceptibility Test

การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราด้วยวิธี Dilution Susceptibility Test เป็นการทดสอบในเชิงปริมาณ โดยทราบความเข้มข้นที่แน่นอนของสารสกัดที่ต้องการทดสอบ นิยมใช้ทดสอบในเชื้อที่เจริญช้า ในการทดลองนี้ได้เตรียมสารสกัดกระเทียมที่ต้องการทดสอบความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 10 20 40 และ 80 ppm ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง PDA โดยขั้นตอนการทดลองใช้เชื้อราที่เพาะไว้เป็นเวลา 5 วัน ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ตัดชิ้นวุ้นเชื้อราบริเวณเส้นใยที่พร้อมสำหรับการทดลอง ขนาด 3*3 มิลลิเมตร วางชิ้นวุ้นเชื้อราลงบนอาหาร PDA ผสมสารสกัดกระเทียมแต่ละความเข้มข้นที่ต้องการทดสอบและใช้ PDA ที่ไม่ได้ผสมสารสกัดกระเทียมเป็นชุดควบคุม ทำการทดลองกลุ่มละ 4 ซ้ำ หลังจากบ่มจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ˚C เป็นเวลา 5 วัน ดังรูปที่ 4.1.2 นำจานเพาะเชื้อมาวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อที่เจริญได้ในสารสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของสารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ตารางที่ 4.1.2



รูปที่ 4.1.2 การเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งผสมสารสกัดกระเทียม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน

ตารางที่ 4.1.2 การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราด้วยสารกระเทียม

Treatment	Average Colony Diameter (mm)	% growth inhibition
Control	75.90 ± 1.79^{a}	-
10 ppm	71.96 ± 1.37^{ab}	5.19
20 ppm	71.02 ± 1.47^{b}	6.43
40 ppm	67.39 ± 2.30^{c}	11.21
80 ppm	67.10 ± 5.23^{c}	11.59

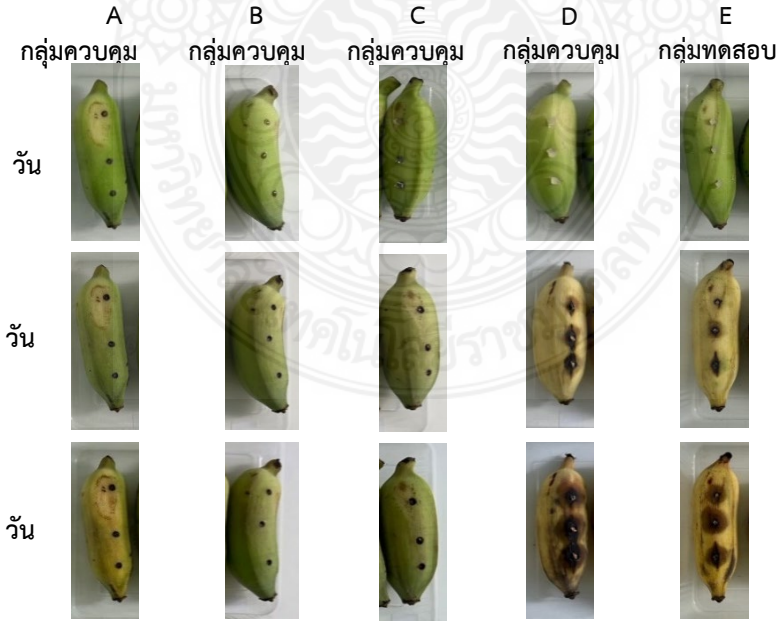
จากผลการทดลองการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราด้วยสารสกัดกระเทียม พบว่า เชื้อรามีการเจริญเติบโตลดลงในอาหารที่ผสมสารสกัดกระเทียมเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (อาหารเลี้ยงเชื้อปกติที่ไม่ได้ผสมสารสกัด) โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 71.96, 71.02, 67.39 และ 67.10 ในอาหารที่ผสมสารสกัดกระเทียมความเข้มข้น 10, 20, 40 และ 80 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดกระเทียมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ โดยสารสกัดที่ความเข้มข้น 40 และ 80 ppm ให้ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราที่ดีที่สุดที่ โดยสามารถยับยั้งเชื้อราได้ประมาณ 11%

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราของสารสกัดกระเทียมในกล้วย

ศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดกระเทียมในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในผลกล้วย โดยทดลองในกล้วยระยะที่ 2 ผลมีสีเขียวอมเหลืองเล็กน้อยกำจัดเชื้อที่อาจปนเปื้อนมาในตอนแรก ก่อนทำการทดลองโดยนำกล้วยมาล้างทำความสะอาดด้วย 70% เอทานอล และ 3% โซเดียมไฮโปคลอไรต์ จากนั้นล้างผลกล้วยด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อและตากให้แห้ง ก่อนนำกล้วยไปแช่ในสารสกัดและทดสอบกับเชื้อรา ดังตารางที่ 4.1.3 ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด เลือกสารสกัดที่ความเข้มข้น 40 ppm เนื่องจากเป็นความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีที่สุด หลังจากบ่มกล้วยทั้งหมดในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 และ 7 วัน บันทึกผลจากการถ่ายภาพและการเกิดโรค ดังรูปที่ 4.1.3 พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 5 และ 7 วัน กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้วางชิ้นรา (รูป 4.1.3A, 4.1.3B, 4..1.3C) ไม่มีการแสดงออกของรอยโรค ในขณะที่กล้วยที่วางชิ้นรามีการแสดงออกของรอยโรคอย่างเห็นได้ชัด (รูป 4.1.3D, 4.1.3E) จากการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยโรค พบว่า กล้วยติดเชื้อราที่ไม่แช่และแช่สารสกัดกระเทียมความเข้มข้น 40 ppm มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางรอยโรค 10.57 และ 8.10 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยขนาดของรอยโรคในกล้วยที่แช่สารสกัดลดลง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรคได้ 23.39% เมื่อเทียบกับรอยโรคจากเชื้อราของกล้วยที่ไม่ได้แช่สารสกัด ดังตารางที่ 4.1.3

ตารางที่ 4.1.3 ร้อยละการยับยั้งรอยโรคแอนแทรคโนสด้วยสารสกัดกระเทียม

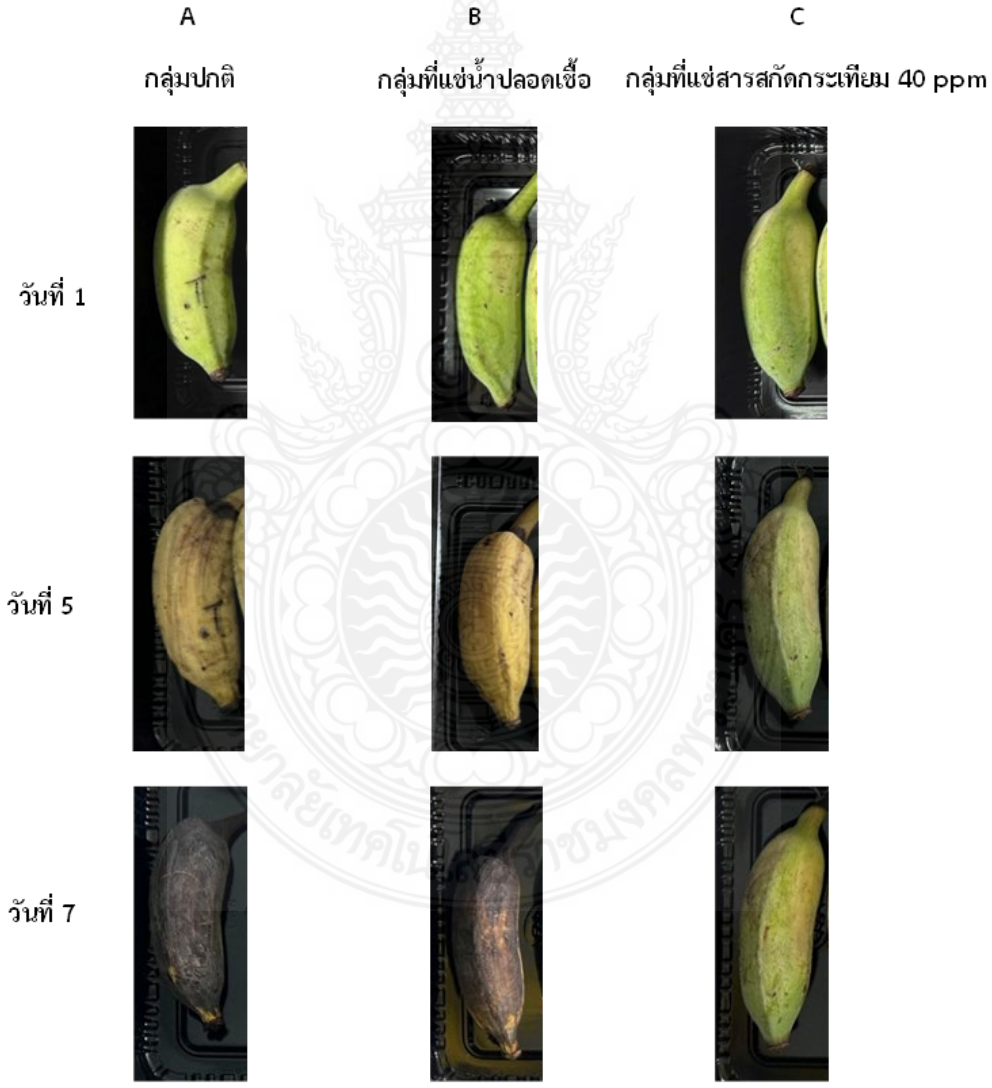
Treatment	Average Lesion Diameter (mm)	% Lesion inhibition
Control	10.57 ± 0.12	-
40 ppm	8.10 ± 0.21	23.39



รูปที่ 4.1.3 การทดสอบการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสด้วยสารสกัดกระเทียมในผลกล้วย

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดต่อการต้านทานการเกิดโรคตามธรรมชาติของกล้วย

ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดในกระเทียมในการต้านทานการเกิดโรคของกล้วยตามธรรมชาติ ทำการทดลองโดยจำลองสภาวะจริงที่เกิดขึ้นหลังจากเก็บผลกล้วยซึ่งแบ่งกล้วยออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปกติ กลุ่มที่แช่น้ำปลอดเชื้อ และกลุ่มที่แช่สารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้น 40 ppm บ่มกล้วยทุกกลุ่มที่อุณหภูมิห้อง และบันทึกผลจากการถ่ายภาพและการเกิดโรค พบว่า กล้วยกลุ่มปกติและกลุ่มที่แช่น้ำปลอดเชื้อมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกมากกว่ากล้วยกลุ่มที่แช่สารสกัดกระเทียมทั้งในวันที่ 5 และวันที่ 7 หลังการทดลอง โดยกลุ่มที่แช่สารสกัดกระเทียม มีรอยโรคน้อยกว่า และมีการชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก นอกจากนี้ยังพบว่ากล้วยมีอัตราการสุกช้ากว่ากล้วยกลุ้มที่ไม่ได้แช่สารสกัด จึงสามารถรักษาผลของกล้วยหอมหลังการเก็บได้ดีกว่า ดังรูปที่ 4.1.4



รูปที่ 4.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมต่อการเกิดโรคตามธรรมชาติของกล้วย

บทที่ 4.2

ผลการวิจัย
โครงการวิจัยย่อยที่ 2
บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยสุกเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

บทที่ 4.2

ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อนำกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ คือ (1) สภาวะบรรยากาศปกติ (2) สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80% และ (3) สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% ตามลำดับ ตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิ 14 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยสุ่มสภาวะละ 6 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ผล นำมาตรวจวัดค่าสีของเปลือกกล้วย ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่นCM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.70.0001 โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพได้ผลดังตารางที่ 4.2.1

ตารางที่ 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพด้านสีของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา	สภาวะการบรรจุ	ค่าสี		
		L*	a*	b*
สัปดาห์ที่ 0	สภาวะบรรยากาศปกติ	58.70±0.38^{ns}	0.89±0.26^{ns}	37.01±0.08^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	58.70±0.38^{ns}	0.89±0.26^{ns}	37.01±0.08^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	58.70±0.38^{ns}	0.89±0.26^{ns}	37.01±0.08^{ns}
สัปดาห์ที่ 1	สภาวะบรรยากาศปกติ	56.24±0.35^{b}	1.74±0.17^{b}	38.55±0.23^{a}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	55.87±0.10^{c}	1.88±0.31^{a}	38.79±0.24^{a}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	58.03±0.27^{a}	1.18±0.15^{c}	37.74±0.28^{b}
สัปดาห์ที่ 2	สภาวะบรรยากาศปกติ	52.18±0.13^{b}	2.59±0.20^{b}	40.22±0.12^{a}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	53.04±0.43^{b}	2.87±0.13^{a}	40.57±0.22^{a}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	57.35±0.30^{a}	1.47±0.34^{c}	38.46±0.13^{b}
สัปดาห์ที่ 3	สภาวะบรรยากาศปกติ	51.08±0.23^{b}	2.89±0.22^{b}	41.49±0.23^{a}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	52.52±0.35^{b}	3.17±0.15^{a}	41.30±0.49^{a}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	57.01±0.23^{a}	1.57±0.26^{c}	39.01±0.25^{b}
สัปดาห์ที่ 4	สภาวะบรรยากาศปกติ	50.28±0.45^{b}	3.39±0.56^{b}	43.28±0.36^{a}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	51.99±0.22^{b}	3.46±0.57^{a}	42.02±0.29^{a}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	56.68±0.76^{a}	1.67±0.11^{c}	38.10±0.14^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพด้านสีของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา พบว่า กล้วยหอมสุกที่เก็บโดยการแปรสภาวะอากาศในบรรจุภัณฑ์มีค่า L* ลดลง ส่วนค่า a* และ b* มีค่ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออายุการเก็บรักษามากขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ โดยปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นจากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

(Polyphenol Oxidase) ที่ทำให้สารประกอบฟีนอลในกล้วยทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดสารเมลานิน (Melanin) ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ทำให้อาหารมีสีน้ำตาลหรือดำ (นิธิยา และดนัย, 2533) และสภาวะการบรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติ ยังคงมีก๊าซออกซิเจนหลงเหลืออยู่ จึงมี ค่า a* และb* มีค่ามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออายุการเก็บรักษามากขึ้น

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อนำกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ คือ (1) สภาวะบรรยากาศปกติ (2) สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80% และ (3) สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% ตามลำดับ ตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิ 14 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยสุ่มสภาวะละ 6 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ผล นำมาตรวจวัดความชื้น ด้วยเครื่อง IR, Sartorius Model รุ่น MA150C โดยผลการวิเคราห์คุณภาพทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 4.2.2

ตารางที่ 4.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา	สภาวะการบรรจุ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
สัปดาห์ที่ 0	สภาวะบรรยากาศปกติ	69.75 ± 0.26^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	69.75 ± 0.26^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	69.75 ± 0.26^{ns}
สัปดาห์ที่ 1	สภาวะบรรยากาศปกติ	70.05 ± 0.12^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	70.03 ± 0.36^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	70.01 ± 0.15^{ns}
สัปดาห์ที่ 2	สภาวะบรรยากาศปกติ	70.06 ± 0.32^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	70.04 ± 0.41^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	70.02 ± 0.51^{ns}
สัปดาห์ที่ 3	สภาวะบรรยากาศปกติ	70.07 ± 0.23^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	70.05 ± 0.28^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	70.03 ± 0.26^{ns}
สัปดาห์ที่ 4	สภาวะบรรยากาศป4.2.3 กติ	70.08 ± 0.14^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 20% + N_2 80%	70.06 ± 0.27^{ns}
	แก๊สผสม CO_2 60% + N_2 40%	70.05 ± 0.31^{ns}

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.2.2 ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณความชื้นไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาการเก็บรักษา ($p>0.05$)

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา

ทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ของกล้วยหอมสุกในสภาวะที่เก็บทำการเก็บรักษา และนำมาตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา *E. coli* Coliform และ *Salmonella* spp. ตามวิธีการของ AOAC (2000) ผลได้ดังตารางที่ 4.2.3 ถึง 4.2.5

ตารางที่ 4.2.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และรา *E.coli* Coliform และ *Salmonella* spp.ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของกล้วยหอมสุก สภาวะบรรยากาศปกติ

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ยีสต์รา (CFU/ml)	*E.Coli* (MPN/ml)	*Coliform* (MPN/ml)	*Salmonella* spp.
0	ND	ND	ND	< 2.2	ND
1	ND	ND	ND	< 2.2	ND
2	ND	ND	ND	< 2.2	ND
3	1.3×10^4	ND	ND	< 2.2	ND
4	-	-	-	-	

หมายเหตุ : CFU/ml หมายถึง colony forming unit per ml

ND หมายถึง ตรวจสอบไม่พบจุลินทรีย์ (Not detect)

*เนื่องจากตรวจพบจุลินทรีย์ ทั้งหมด เกินค่ามาตรฐาน ในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งไม่เหมาะสมแก่การนำไปบริโภค

ตารางที่ 4.2.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และรา *E.coli* Coliform และ *Salmonella* spp.ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของกล้วยหอมสุก สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80%

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ยีสต์รา (CFU/ml)	*E.Coli* (MPN/ml)	*Coliform* (MPN/ml)	*Salmonella* spp.
0	ND	ND	ND	< 2.2	ND
1	ND	ND	ND	< 2.2	ND
2	ND	ND	ND	< 2.2	ND
3	1.3×10^4	ND	ND	< 2.2	ND
4	-	-	-	-	

หมายเหตุ : CFU/ml หมายถึง colony forming unit per ml

ND หมายถึง ตรวจสอบไม่พบจุลินทรีย์ (Not detect)

*เนื่องจากตรวจพบจุลินทรีย์ ทั้งหมด เกินค่ามาตรฐาน ในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งไม่เหมาะสมแก่การนำไปบริโภค

ตารางที่ 4.2.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และรา *E.coli* Coliform และ *Salmonella* spp.ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของกล้วยหอมสุก สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40%

ระยะเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)	ยีสต์รา (CFU/ml)	*E.Coli* (MPN/ml)	Coliform (MPN/ml)	*Salmonella* spp.
0	ND	ND	ND	< 2.2	ND
1	ND	ND	ND	< 2.2	ND
2	ND	ND	ND	< 2.2	ND
3	1.3×10^4	ND	ND	< 2.2	ND
4	-	-	-	-	

หมายเหตุ : CFU/ml หมายถึง colony forming unit per ml

ND หมายถึง ตรวจสอบไม่พบจุลินทรีย์ (Not detect)

*เนื่องจากตรวจพบจุลินทรีย์ ทั้งหมด เกินค่ามาตรฐาน ในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งไม่เหมาะสมแก่การนำไปบริโภค

จากตารางที่ 4.2.3 4.2.4 และ 4.2.5 พบว่า ผลการสุ่มตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ปริมาณยีสต์ และราของกล้วยหอม พบว่า เมื่อสุ่มตรวจตัวอย่าง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีปริมาณยีสต์รามีจำนวนน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าที่มาตรฐานกำหนด ตรวจสอบไม่พบจุลินทรีย์ *E.Coli, Coliform* และ *Salmonella* spp. (Not detect) แต่ในสัปดาห์ที่ 3 พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด (มาตรฐานอุตสาหกรรมเอสกล้วยอบ (มอก. เอส 95-2563)) และปริมาณยีสต์ รา มีจำนวนน้อยกว่าที่มาตรฐานกำหนด จึงได้หยุดการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของกล้วยหอม จากผลการสุ่มตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์แสดงให้เห็นว่า กล้วยหอมเมื่อมีการเปิดภาชนะบรรจุแล้วจะมีอายุการเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์ ซึ่งมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในการรับประทาน

มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส กล้วยอบ (มอก. เอส 95-2563) กำหนดเกณฑ์มาตรฐานจุลินทรีย์ไว้ว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Escherichia coli* (*E. coli*) โดยวิธี เอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม *ซาลโมเนลลา* (*Salmonella*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม และ ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมสุกระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อนำกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ คือ สูตรที่ 1 สภาวะบรรยากาศปกติ สูตรที่ 2 สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80% และ สูตรที่ 3 สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% ตามลำดับ ตัวอย่างเก็บที่อุณหภูมิ 14 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยสุ่มสภาวะละ 6 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ผล นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการชิมด้วยวิธีการ ทดสอบคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิม โดยการวางแผนทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แต่เนื่องจากผลการทดสอบทางจุลินทรีย์ พบว่า กล้วยหอมเมื่อมีการเปิดภาชนะบรรจุแล้วจะมีอายุการเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์ ซึ่งมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในการรับประทาน จึงทำการทดสอบในสัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 2 ผลดังตารางที่ 4.2.6 และ 4.2.7

ตารางที่ 4.2.6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ ในสัปดาห์ที่ 1 (รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ยของค่าคะแนนความชอบ		
	สูตร 1[1]	สูตร 2[1]	สูตร 3[1]
ลักษณะปรากฏ	6.68±0.15[b]	6.63±0.24 [b]	7.62±0.17[a]
กลิ่นรส	6.48±0.25[b]	6.33±0.31[b]	8.13±0.15[a]
สี	5.62±0.01[b]	5.63±0.20[b]	6.88±0.37[a]
เนื้อสัมผัส	5.40±0.17[c]	5.92±0.34[b]	7.12±0.15[a]
ความชอบโดยรวม	5.47±0.12[c]	6.15±0.02[b]	6.78±0.21[a]

หมายเหตุ [1] สูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 มีการแปรสภาวะการปรับอากาศในบรรจุภัณฑ์ต่างกัน

ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด (ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน)

ตารางที่ 4.2.7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ ในสัปดาห์ที่ 2 (รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ยของค่าคะแนนความชอบ		
	สูตร 1[1]	สูตร 2[1]	สูตร 3[1]
ลักษณะปรากฏ	6.52 ± 0.23^{b}	6.50 ± 0.36^{b}	7.51 ± 0.14^{a}
กลิ่นรส	6.25 ± 0.12^{b}	6.13 ± 0.35^{b}	8.09 ± 0.13^{a}
สี	5.52 ± 0.20^{b}	5.50 ± 0.17^{b}	6.76 ± 0.12^{a}
เนื้อสัมผัส	5.12 ± 0.01^{c}	5.55 ± 0.16^{b}	7.05 ± 0.20^{a}
ความชอบโดยรวม	5.32 ± 0.23^{c}	6.01 ± 0.01^{b}	6.45 ± 0.23^{a}

หมายเหตุ [1] สูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 มีการแปรสภาวะการปรับอากาศในบรรจุภัณฑ์ต่างกัน

ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด (ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน)

จากตารางที่ 4.2.6 และ 4.2.7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 พบว่า กล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% มีคะแนนความชอบคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในทุกด้าน ($p < 0.05$) คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมากในด้านกลิ่นรส และลักษณะปรากฏ และอยู่ในระดับชอบปานกลาง ในด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

จากผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ คือ สูตรที่ 1 สภาวะบรรยากาศปกติ สูตรที่ 2 สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80% และ สูตรที่ 3 สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% ตามลำดับ พบว่า กล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% เป็นสภาวะที่เหมาะที่สุด เนื่องจาก ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในทุกด้าน ($p < 0.05$) และมีความปลอดภัยในการบริโภค

บทที่ 4.3

ผลการวิจัย
โครงการวิจัยย่อยที่ 3
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากส่วนเหลือทิ้งในการปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

บทที่ 4.3

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของกาบกล้วยอบแห้ง

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของกาบกล้วยอบแห้ง แสดงดังตารางที่ 4.3.1 พบว่า การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของกาบกล้วยอบแห้งมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้น ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำอิสระหากปริมาณความชื้นมีค่าน้อย ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ก็จะมีค่าน้อยตามไปด้วย (วารสารจาร์พา, 2545) และกาบกล้วยอบแห้งมีสีเหลืองคล้ำ ในทางเคมี พบว่ากาบกล้วยอบแห้งมีค่าปริมาณความชื้น, ค่าปริมาณเส้นใยหยาบและค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ) 17.51 ± 0.60, 4.42 ± 0.73, และ13.86 ± 0.54 ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำกว่า 0.6 จะไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (นิรนาม, 2553)

ตารางที่ 4.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของกาบกล้วยอบแห้ง

คุณลักษณะ	กาบกล้วยสด	กาบกล้วยอบแห้ง
ทางกายภาพ		
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.98 ± 0.01	0.58 ± 0.01
- ค่าสี		
ค่าความสว่าง (L*)	76.37 ± 0.25	55.02 ± 0.14
ค่าสีแดง (a*)	2.75 ± 0.35	6.25 ± 0.46
ค่าสีเหลือง (b*)	14.95 ± 0.23	25.05 ± 0.74
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	87.05 ± 0.41	17.51 ± 0.60
- ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ	7.67 ± 0.28	4.42 ± 0.73
- ค่าปริมาณเถ้า	15.61 ± 0.72	13.86 ± 0.54

4.2 ผลหารศึกษาพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตฉนวนรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

4.2.1 ผลการศึกษาความหนาและระยะเวลาในการอบกาบกล้วยอบแห้ง

ผลการศึกษาความหนาและระยะเวลาในการอบกาบกล้วยอบแห้ง แสดงดังตารางที่ 4.3.2 พบว่ากาบกล้วยแบบหนามีลักษณะแผ่น มีสีขาวนวล เมื่ออบไปได้ 1 ชั่วโมง และปริมาณความชื้นค่อนข้างสูงกว่าแบบบาง ดังนั้นกาบกล้วย เมื่อระยะเวลาอบแห้งเพิ่มขึ้นมีความชื้นลดลง และมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น แตกต่างกาบกล้วยแบบหนาระยะเวลา 2 ชั่วโมงจึงมีปริมาณน้ำลดลงมีความชื้นต่ำเพียงพอ ด้านค่าสี พบว่ากาบกล้วยอบแห้งมีค่าน้ำตาลเข้มมากขึ้น จากตาราง 4.3.1 เนื่องจากมีการให้ความร้อนโดยนำไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อน

ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้สีของกาบกล้วยอบแห้งมีสีน้ำตาลที่เข้มมากยิ่งขึ้น เพราะว่ากาบกล้วยอบแห้งมีการใช้ความร้อนในอุณหภูมิที่สูงจึงทำให้บริเวณผิวหน้าของกาบกล้วยสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศและได้รับความร้อนทำให้เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (พิมพ์เพ็ญ, 2550) ส่งผลให้กาบกล้วยอบแห้งที่สีเข้มมากขึ้น

ตารางที่ 4.3.2 คุณลักษณะ**กาบกล้วยอบแห้ง** แบบ 1 และ แบบ 2

คุณลักษณะกาบกล้วย	**ระยะเวลาอบแห้ง (ชม.)**	
	1	2
แบบที่ 1 หนา	- สีน้ำตาลอ่อน	- สีน้ำตาลเข้ม
แบบที่ 2 บาง		

4.2.2 ผลการการศึกษาความหนาและระยะเวลาในการอบกาบกล้วยอบแห้งต่อคุณภาพทางกายภาพ

จากตารางที่ 4.3.3 พบว่ามีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้นค่อนข้างต่ำ เนื่องจากปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำอิสระหากปริมาณความชื้นมีค่าน้อย ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ก็จะมีค่าน้อยตามไปด้วย (วารสารจาร์พา, 2545) ดังนั้นกาบกล้วยอบแห้งจึงมีปริมาณน้ำอิสระน้อย เพราะมีค่าปริมาณความชื้นต่ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปและจะทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานมากขึ้น ด้านค่าสี พบว่ากาบกล้วยอบแห้งมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง จากตาราง 4.3.1 เนื่องจากมีการให้ความร้อนโดยนำไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้สีของกาบกล้วยอบแห้งมีสีน้ำตาลที่เข้มมากยิ่งขึ้น เพราะว่ากาบกล้วยอบแห้งมี

การใช้ความร้อนในอุณหภูมิที่สูงจึงทำให้บริเวณผิวหน้าของอาหารสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศและได้รับความร้อนทำให้เกิดการสูญเสียสภาพธรรมชาติ (พิมพ์เพ็ญ, 2550) ส่งผลให้กาบกล้วยอบแห้งที่สีเข้มมากขึ้น

ตารางที่ 4.3.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของกาบกล้วยอบแห้ง

คุณลักษณะ	**ความหนากากกล้วย**	
	แบบหนา	แบบบาง
ทางกายภาพ		
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.47 ± 0.01 [a]	0.40 ± 0.00 [b]
- ค่าสี		
ค่าความสว่าง (L*)	60.71 ± 0.64 [b]	70.21 ± 0.01 [a]
ค่าสีแดง (a*)	10.53 ± 0.60 [a]	7.36 ± 0.00 [b]
ค่าสีเหลือง (b*)	29.06 ± 0.21 [a]	19.83 ± 5.75 [b]
ทางเคมี (ร้อยละ)		
- ค่าปริมาณความชื้น	4.03 ± 0.06 [a]	2.69 ± 0.01 [b]
- ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ	1.09 ± 0.09 [b]	1.47 ± 0.02 [a]
- ค่าปริมาณเถ้า	2.03 ± 0.08 [a]	0.47 ± 0.08 [b]

หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.2.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษากาบกล้วยอบแห้ง

จากตารางที่ 4.3.4 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของกาบกล้วยอบแห้งเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (วารสารจาร์พา, 2545) เมื่อเก็บในเวลาที่สั้นปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้นจึงยังไม่มีการเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด และในด้านค่าสีพบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งมีสีน้ำตาลคล้ำขึ้น มีอายุการเก็บรักษาได้อย่างน้อย 6 เดือน ซึ่งจะเป็นผลดีต่อผู้ใช้ โดยที่ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้น ยังเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ คือต้องมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่เกิน 0.6 และการบรรจุถุงแบบสุญญากาศ (Vacuum packaging) (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

ตารางที่ 4.3.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บกาบกล้วยอบแห้งทางด้านกายภาพ และทางเคมี ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ผลวิเคราะห์ (เดือน)		
	2	4	6
ทางกายภาพ			
- ปริมาณน้ำอิสระ ^{ns} (a_w)	0.26 ± 0.09	0.26 ± 0.17	0.28 ± 0.03
- ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L*)	85.49 ± 0.03 ^{a}	85.46 ± 0.09 ^{ab}	85.36 ± 0.04 ^{b}
ค่าสีแดง (a*)	1.48 ± 0.02 ^{c}	2.11 ± 0.02 ^{b}	2.20 ± 0.04 ^{a}
ค่าสีเหลือง (b*)	12.52 ± 0.11 ^{b}	12.66 ± 0.32 ^{b}	13.41 ± 0.18 ^{a}
ทางเคมี			
- ความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)	4.43 ± 0.03	4.59 ± 0.11	4.65 ± 1.03

หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2.4 ผลศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

จากตารางที่ 4.3.5 พบว่า ทางกายภาพค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งในผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง มีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่าสูตรพื้นฐานและสูตรท้องตลาด เพราะกาบกล้วยอบแห้งที่ผลิตเองมีค่าปริมาณ น้ำอิสระ (a_w) ค่อนข้างน้อย

ตารางที่ 4.3.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิเครื่องดื่มร้อยและเย็นสำหรับผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

การรักษาอุณหภูมิ	ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง			
	ท้องตลาด	แบบที่1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ร้อน				
- ค่าอุณหภูมิเริ่มต้น	76.3 ± 0.1 ^{a}	76.5 ± 0.1 ^{a}	76.0 ± 0.1 ^{a}	76.3 ± 0.1 ^{a}
- ค่าอุณหภูมิ 2 ชม.	48.4 ± 0.1 ^{C}	55.3 ± 0.6 ^{c}	58.9 ± 0.1 ^{b}	59.6 ± 0.1 ^{b}
- ค่าอุณหภูมิ 4 ชม.	32.7 ± 0.1 ^{a}	29.0 ± 0.6 ^{c}	30.7 ± 0.1 ^{b}	35.8 ± 0.1 ^{b}
เย็น				
- ค่าอุณหภูมิเริ่มต้น	1.9± 0.1 ^{b}	2.0 ± 0.6 ^{a}	2.1 ± 0.1 ^{a}	1.9 ± 0.1 ^{b}
- ค่าอุณหภูมิ 1 ชม.	2.9± 0.1 ^{a}	2.8 ± 0.6 ^{a}	2.5 ± 0.1 ^{b}	1.9 ± 0.1 ^{c}
- ค่าอุณหภูมิ 2 ชม.	3.6 ± 0.1 ^{ab}	4.7 ± 0.9 ^{ab}	4.1 ± 0.2 ^{b}	2.2 ± 0.2 ^{c}
- ค่าอุณหภูมิ 3 ชม.	4.6 ± 0.1 ^{a}	6.0 ± 0.9 ^{ab}	5.1 ± 0.2 ^{ab}	3.2 ± 0.2 ^{c}
- ค่าอุณหภูมิ 4 ชม.	5.6 ± 0.1 ^{ab}	น้ำแข็งละลายหมด		4.8 ± 0.2 ^{b}
- ค่าอุณหภูมิ 5 ชม.	6.7 ± 0.1 ^{a}			5.3± 0.2 ^{b}
- ค่าอุณหภูมิ 6 ชม.		น้ำแข็งละลายหมด		

หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3.5 เนื่องจากมีการควบคุมการผลิตให้กับผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ต่ำกว่า 0.6 (วารสารจาร์พา, 2545) ด้านค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความสว่าง (L*) มีค่าเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอ่อนมากว่าสูตรท้องตลาด

ขั้นตอนการทำปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ (แบบที่ 1)

ตัดกาบกล้วยอบแห้งเป็นชิ้น

↓

นำกาบกล้วยอบแห้งทากาวติดลงบนแบบแก้วตัวอย่าง

↓

ทากาวบนกากล้วยอบแห้งเพื่อเป็นฉนวนติดบนตัวอย่างแก้วเป็นชั้น ๆ รอจนแห้ง
จนมีความหนา 0.5 เซนติเมตร

↓

หุ้มด้วยหนัง PVC ลงบนฉนวนกาบกล้วย

↓

ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

แผนภาพที่ 4.1 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบเปเปอร์มาเช่

ขั้นตอนการทำปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ (แบบที่ 2)

ตัดกาบกล้วยอบแห้งเป็นผืน

↓

ซ้อนกาบกล้วยอบแห้งทากาวติด 5 ชั้น รอจนแห้ง

↓

หุ้มด้วยหนัง PVC ลงบนฉนวนกาบกล้วย

เย็บกากล้วยอบแห้งเพื่อเป็นฉนวนติดบนตัวอย่างแก้วเป็น 5 ชั้น ๆ บนแบบแก้วตัวอย่าง

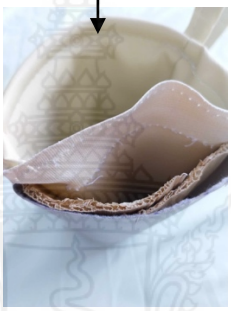
↓

ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

แผนภาพที่ 4.2 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบเย็บ

ตัดกาบกล้วยอบแห้งแผ่นยาว

นำกาบกล้วยอบแห้งใส่ลงบนหนังที่เย็บเป็นแก้วตัวอย่าง



เย็บหนัง PVC ที่มีฉนวนกาบกล้วยอบแห้ง

ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

แผนภาพที่ 4.3 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบหุ้มด้วยหนัง

กาบกล้วยอบแห้งเพิ่มจึงทำให้มีคุณค่าเส้นใยสูงขึ้นซึ่งทำให้มีปริมาณเส้นใยหยาบ เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ทำให้เกิดคุณสมบัติฉนวนรักษาอุณหภูมิ เพราะเหตุนี้จึงเลือกทำผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิ

จากกาบกล้วยอบแห้ง ทั้งแบบเย็บและแบบเปเปอร์มาเช่ ซึ่งรักษาอุณหภูมิดีกว่าปลอกแก้วในท้องตลาด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทดแทนปลอกแก้วในท้องตลาดได้นานสะดวกต่อการนำมาใช้งาน และราคาไม่แพงมาก

4.3 การสำรวจความพึงพอใจปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

สุดท้ายคือผลการสอบถามความพึงพอใจในปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งซึ่งมีประเด็นสอบถามใน 2 เรื่อง คือ 1) เรื่องของรูปแบบการใช้งานของบรรจุภัณฑ์ และ 2) เรื่องของกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะแสดงค่าเป็นร้อยละ (%) ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

ตารางที่ 4.3.6 ความพึงพอใจในรูปแบบของปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง (n=32)

การพิจารณา	**แบบ**		
	1	2	3
1. การรักษาอุณหภูมิ (เลือกได้หลายข้อ)	2 (5.26%)	11 (28.95%)	25 (65.79%)
2. แสดงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (เลือกได้หลายข้อ)	32 (33.33%)	32 (33.33%)	32 (33.33%)
3. รูปทรงบรรจุภัณฑ์มีความสวยงาม (เลือกได้หลายข้อ)	10 (17.54%)	18 (31.58%)	29 (50.88%)
4. ท่านชอบบรรจุภัณฑ์ใดมากที่สุด (เลือกได้ 1 ข้อ)	1 (3.13%)	2 (6.25%)	29 (90.62%)
รวม	45 (20.18%)	63 (28.25%)	115* (51.57%)

สรุปผลการสอบถามความพึงพอใจในรูปแบบปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งจากตารางที่ 4.3.6 นั้น พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกรูปแบบที่ 3 คือ ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งแบบหุ้มด้วยหนัง ร้อยละ 51.57 ส่วนผู้ใช้มีความพึงพอใจในรูปแบบรองลงมาได้แก่ ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งแบบเย็บ ร้อยละ 28.25 ซึ่งมีความพึงพอใจใกล้เคียงกับปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งแบบเปเปอร์มาเช่ ร้อยละ 20.18

ตารางที่ 4.3.7 แสดงความพึงพอใจในกราฟิก (สี ตัวอักษร ขนาด) บนบรรจุภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง (n=32)

แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

การพิจารณา	**แบบ**		
	1	2	3
1. ฉลากสามารถอ่าน-มองเห็นข้อมูลได้ดี	20 (42.55%)	25 (53.19%)	2 (4.26%)
2. การออกแบบกราฟิก ลวดลาย ตัวอักษร และสี	25 (39.06%)	27 (42.19%)	12 (18.75%)
3. สื่อถึงความเป็นมิตรสิ่งสิ่งแวดล้อม	32 (33.33%)	32 (33.33%)	32 (33.33%)
รวม	77 (37.20%)	84* (40.58%)	46 (22.22%)

สรุปผลการสอบถามความพึงพอใจในกราฟิก (สี ตัวอักษร ขนาด) บนบรรจุภัณฑ์จากปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งจากตารางที่ 4.3.7 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจรูปแบบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์รูปแบบที่ 2 มากที่สุด ร้อยละ 40.58 รองลงมาคือรูปแบบที่ 1 ร้อยละ 37.20 และสุดท้ายคือรูปแบบที่ 3 ร้อยละ 22.22

4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

4.4.1 ผลการศึกษาการยอมรับปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

จากตารางที่ 4.3.8 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 69 มีอายุระหว่าง 45 - 55 ปี ร้อยละ 50 มีสถานภาพโสด ร้อยละ 55 มีระดับการศึกษาขั้นสูงสุดระดับปริญญาตรี ร้อยละ 45 มีอาชีพพนักงานราชการ ร้อยละ 45 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 - 7,500 บาท ร้อยละ 30

ตารางที่ 4.3.8 ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
- ชาย	31
- หญิง	69
2. อายุ	
- 15 - 24 ปี	9
- 25 - 34 ปี	18
- 35 – 44 ปี	27
- 45 – 55 ปี	50
3. สถานภาพ	
- โสด	55
- แต่งงาน	45
4. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด	
- มัธยมศึกษา / เทียบเท่า	35
- ปริญญาตรี	45
- ปริญญาโท	13
- ปริญญาเอก	7
5. อาชีพ	
- นักเรียน / นักศึกษา	35
- พนักงานราชการ	38
- พนักงานบริษัทเอกชน	15
- ทำงานอิสระ	12
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	10
- 5,000 - 7,500 บาท	30
- 7,500 - 10,000 บาท	15
- 10,000 - 15,000 บาท	14
- 15,000 - 20,000 บาท	23
- มากกว่า 20,000 บาท	8

หมายเหตุ: การแบ่งช่วงอายุบริโภค ได้ใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงอายุตาม Standard International Age Classification ของสำนักงานสถิติแห่งชาติและองค์กรสหประชาชาติ

ตารางที่ 4.3.8 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
7. ปกติท่านใช้ปลอกรักษาอุณหภูมิ	
- ใช่	95
- ไม่ใช่	5
8. ท่านใช้ปลอกรักษาอุณหภูมิกี่ครั้งต่อ 1 สัปดาห์	
- น้อยกว่า 2 ครั้ง	30
- 2 - 3 ครั้ง	52
- 4 - 5 ครั้ง	18
9. ปกติท่านซื้อใช้ปลอกรักษาอุณหภูมิจากที่ไหนมากที่สุด	
- ร้านค้าริมถนน	98
- ห้างสรรพสินค้า	2

จากตารางที่ 4.3.8 พบว่า ผู้บริโภคนิยมบริโภคใช้ปลอกรักษาอุณหภูมิร้อยละ 95 ผู้บริโภคใช้ปลอกรักษาอุณหภูมิ2 - 3 ครั้งใน 1 สัปดาห์ ร้อยละ 52 ผู้บริโภคซื้อใช้ปลอกรักษาอุณหภูมิจากร้านค้าริมถนน ร้อยละ 98

ตารางที่ 4.3.9 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค

ข้อมูล	ร้อยละ
10. กรุณารับประทานผลิตภัณฑ์ใช้ปลอกรักษาอุณหภูมิจากแป้ง กาบกล้วย อบแห้งที่ผ่านการให้ความร้อนและขึ้นรูปแล้ว ใส่เครื่องหมาย √ ลงในตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์	
10.1 สี	
- มากที่สุด	24
- มาก	60
- ปานกลาง	15
- น้อย	1
10.2 กลิ่น	
- มากที่สุด	21
- มาก	59
- ปานกลาง	20

ตารางที่ 4.3.9 (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
10.3 เนื้อสัมผัส	
- มากที่สุด	18
- มาก	56
- ปานกลาง	26
10.4 การรักษาอุณหภูมิ	
- มากที่สุด	27
- มาก	50
- ปานกลาง	23
10.5 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	31
- มาก	55
- ปานกลาง	14
12. ผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งเป็นที่ยอมรับของท่านหรือไม่หากผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นมา	
- ยอมรับ	100
13. ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ หากท่านต้องมีการน้ำลงในผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง	
- ซื้อ	81
- ไม่แน่ใจ	19
14. หากมีผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง วางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
- ซื้อ	89
- ไม่แน่ใจ	11
15. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง แบบกล่อง ควรราคาเท่าใด	
- 50 บาท	17
- 55 บาท	20
- 60 บาท	21
- 65 บาท	26
- 70 บาท	7
- 75 บาท	9

จากตารางที่ 4.3.9 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ามีความพึงพอใจด้านสีมาก คิดเป็นร้อยละ 60 มีความพึงพอใจด้านกลิ่นมาก คิดเป็นร้อยละ 59 มีความพึงพอใจด้านเนื้อสัมผัสมาก คิดเป็นร้อยละ 56 มีความพึงพอใจด้านการรักษาอุณหภูมิมาก คิดเป็นร้อยละ 50 มีความพึงพอใจด้านความชอบโดยรวมมาก คิดเป็นร้อยละ 55 ส่วนการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของผู้บริโภคให้การยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 100 หากท่านต้องมีการเติมน้ำลงในผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 81 หากมีผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งวางจำหน่ายท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 89 ส่วนราคาที่เหมาะสมต่อการขายผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง บรรจุกล่อง ควรราคาเท่าใดผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อราคาที่ 65 บาท คิดเป็นร้อยละ 26

รูปที่ 4.3.1 ผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป อภิปรายผลการทดลอง

5.1.1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1 สารสกัดจากกระเทียมเพื่อยับยั้งโรคแอนแทรคโนสในกล้วยเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

ในการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสในกล้วย โดยเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อราจีนัส *Colletotrichum* ซึ่งเป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดการสูญเสียอย่างมากแก่ผลิตผลของกล้วยทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เป็นเชื้อที่สามารถเข้าทำลายผลผลิตได้โดยตรง และหากกล้วยเกิดบาดแผล คิวติเคิลหรือเซลล์ผิวถูกทำลาย ส่งผลให้เชื้อสามารถเข้าทำลายผลผลิตผ่านทางบาดแผลได้ง่ายขึ้น

การป้องกันหลังการเก็บเกี่ยวถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องคำนึงเพื่อลดการสูญเสียของผลผลิต ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การรักษาความสะอาด การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในการเก็บรักษากล้วยหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงการระมัดระวังในการเก็บรักษาเพื่อไม่ให้กล้วยเกิดบาดแผลซึ่งจะนำไปสู่การติดเชื้อได้

นอกจากนี้ อีกวิธีหนึ่งที่ช่วยในการป้องกันการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวคือ การป้องกัน และกำจัดโรคหลังเก็บเกี่ยวโดยวิธีทางเคมี แต่เนื่องจากการใช้สารเคมีจะหลงเหลือสารตกค้างอยู่ในผลผลิต ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการยับยั้งการยืดอายุผลผลิตและยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสจึงเป็นวิธีที่ดีกว่า

ในการทดลองนี้ได้ทดสอบสารสกัดกระเทียมเพื่อยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสในกล้วย พบว่า สารสกัดกระเทียมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา C.Gloeosporioides ด้วยวิธีการทดสอบ Dilution Susceptibility Test โดยสารสกัดกระเทียมความเข้มข้น 40 และ 80 ppm สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 11 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตของเชื้อราปกติ และเมื่อนำสารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้น 40 ppm ไปทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราในผลกล้วย พบว่า กล้วยที่แช่สารสกัดและทำให้ติดเชื้อรา มีขนาดของรอยโรคลดลงเมื่อเทียบกับรอยโรคจากกล้วยติดเชื้อราที่ไม่ได้แช่สารสกัดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดโรคของสารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้น 40 ppm ได้ 23.39% นอกจากนี้ เมื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมในการต้านทานการเกิดโรคของกล้วยตามธรรมชาติ พบว่า สารสกัดกระเทียมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดโรคตามธรรมชาติและยืดอายุการสุกของกล้วย โดยมีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกช้ากว่ากล้วยปกติที่ไม่ได้แช่สารสกัด

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สารสกัดกระเทียมมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *C. Gloeosporioides* ที่ทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนสในกล้วย อีกทั้งยังมีผลต่อการชะลอการสุก ลดการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและยับยั้งการเกิดโรคตามธรรมชาติของกล้วย ส่งผลให้สามารถเก็บรักษา

ผลของกล้วยหลังการเก็บเกี่ยวได้นานยิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้สารสกัดกระเทียมที่เป็นสารสกัดจากธรรมชาติยังช่วยลดการตกค้างของสารเคมีในผลไม้ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

5.1.2 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 บรรจุภัณฑ์ดัดแปลงบรรยากาศเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยสุกเพื่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉมจังหวัดสิงห์บุรีสู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

จากผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสของกล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ 3 สภาวะ คือ สูตรที่ 1 สภาวะบรรยากาศปกติ สูตรที่ 2 สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 20% และ N_2 80% และ สูตรที่ 3 สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% ตามลำดับ พบว่า กล้วยหอมตัดพร้อมเปลือกแล้วบรรจุในภาชนะที่มีการปรับอากาศ สภาวะ MAP โดยใช้แก๊สผสม CO_2 60% และ N_2 40% เป็นสภาวะที่เหมาะที่สุดเนื่องจาก ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในทุกด้าน ($p < 0.05$) และมีความปลอดภัยในการบริโภค

5.1.3 โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากส่วนเหลือทิ้งในการปลูกและแปรรูปกล้วยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านบางตาโฉม จังหวัดสิงห์บุรี สู่การแข่งขันเชิงพานิชย์อย่างยั่งยืน

5.1.3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของกาบกล้วยและกาบกล้วยอบแห้ง พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่เกิน 0.6 และมีค่าปริมาณความชื้น, ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ, และค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ) 7.05 ± 0.00, 12.18 ± 0.00, 10.86 ± 0.00 และ 32.26 ± 0.00 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.1.3.2 ผลการศึกษาพัฒนาขนาดความหนาของกรรมวิธีการผลิตกาบกล้วย 2 ระดับ

5.1.3.2.1 ผลการศึกษาขนาดความหนาของกรรมวิธีการผลิตกาบกล้วย 2 ระดับ พบว่า ขนาดความหนาแบบ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่เกิน 0.6 และมีค่าปริมาณความชื้น, ค่าปริมาณเส้นใยหยาบ, และค่าปริมาณเถ้า (ร้อยละ) 7.05 ± 0.00, 12.18 ± 0.00, 10.86 ± 0.00 และ 32.26 ± 0.00 ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b*) 65.26 ± 0.01, 5.76 ± 0.01 และ 27.73 ± 0.019 ตามลำดับ กาบกล้วยแห้งมีสีน้ำตาลอ่อน และมีค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) เท่ากับ 2.69 ± 2.01

5.1.3.2.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษากาบกล้วย 2 แบบ พบว่า แบบหนาเหมาะสำหรับปลอกรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วยหนัง ส่วนแบบการรักษาอุณหภูมิของเครื่องดื่มได้ดีใกล้เคียงกัน

5.1.3.2.4 ผลการศึกษาวิธีขึ้นรูปปลอกรักษาอุณหภูมิ 3 แบบ พบว่ากาบกล้วยแห้งแบบบาง เหมาะสำหรับวิธีขึ้นรูปปลอกรักษาอุณหภูมิแบบเปเปอร์มาเช่ และกาบกล้วยแบบหนาเหมาะสำหรับปลอกรักษาอุณฆภูมิแบบหุ้มด้วยหนังและผ้า ค่าความสว่าง (L*), ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีปริมาณลดลงเมื่อเติมใช้กาบกล้วยแบบบางมากขึ้น

5.1.3.2.5 ผลการศึกษาการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิแบบเปเปอร์มาเช่ และกาบกล้วยแบบหนาเหมาะสำหรับปลอกรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วยหนังและผ้า พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาณความชื้นมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ทางด้านค่าสีมีสีน้ำตาลอ่อน ส่วนทางด้านเคมีค่าปริมาณความชื้น, ค่าปริมาณเส้นใยหยาบมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้เป็นผลดีต่อการรักษาอุณหภูมิของปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิทำให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานมากยิ่งขึ้น จะทำให้ปลอกรักษาอุณหภูมิแบบเปเปอร์มาเช่ และกาบกล้วยแบบหนาเหมาะสำหรับปลอกรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วยหนังเพราะความหนาสามารถรักษาอุณหภูมิได้ดีมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยขึ้นรูปได้ง่าย ดังนั้นด้านความพึงพอใจผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุดผู้ บริโภคมีความพึงพอใจผลดีต่อการรักษาอุณหภูมิของปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิอยู่ในระดับชอบมาก

5.1.3.2.6 ผลการศึกษาการรักษาอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบเปเปอร์มาเช่ และกาบกล้วยแบบหนาเหมาะสำหรับปลอกรักษาอุณฆภูมิแบบหุ้มด้วยหนังและผ้า พบว่ากาบกล้วยแบบหนาหุ้มหนังแบบที่ 3 มีความเป็นฉนวนได้ดี อีกทั้งยังช่วยขึ้นรูปได้ง่ายมากกว่าปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบเย็บ และปลอกรักษาอุณหภูมิแบบเปเปอร์มาเช่ และแบบแต่แบบเปเปอร์มาเช่มีความสวยงามเห็นตัวกาบได้ดีกว่า ดังนั้นด้านความพึงพอใจผู้ทดสอบให้การยอมรับใกล้เคียงกัน

5.1.2.7 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) พบว่าผู้บริโภคจำนวน 100 คน ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 100 หากมีผลิตภัณฑ์ปลอกรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วย และหนังปลอกรักษาอุณหภูมิแบบเปเปอร์มาเช่กาบกล้วยแบบหนาเหมาะสำหรับ วางจำหน่าย คาดว่าจะซื้อ ร้อยละ 89 ได้คะแนนความชอบอยู่ในระดับที่ชอบมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาสภาวะการบรรจุกล้วยสุกในรูปแบบอื่น เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาต่อไป
2. อาจมีการนำผลิตภัณฑ์ไปพัฒนารูปแบบอื่นๆ เช่นกระเป๋าเก็บอุณหภูมิ

บรรณานุกรม

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารสุข. (2545). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. โรงพิมพ์องค์การเภสัชกรรม: กรุงเทพฯ

จริงแท้ ศิริพานิช. (2538). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ, 300 น.

จริงแท้ ศิริพาณิช. (2548). **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ, 398 น.

จิรา ณ หนองคาย. (2534). **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้ และดอกไม้**. สำนักพิมพ์แมสพับลิชชิ่ง: กรุงเทพฯ, 272 น.

ฉวีวรรณ บุญเรือง. (2542). **การศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดแมงลักคาที่มีผลในการควบคุม. *Colletotrichum musae***. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโรคพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา: พระนครศรีอยุธยา.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2540). **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. (2533). **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลและผลไม้เศรษฐกิจ**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2558). **กล้วย**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาพืชสวน.

รัฐกร ศรีสุทธี และสรัญยา ณ ลำปาง. (2563). ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อรา *Colletotrichum spp.* โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเทคนิค ISSR. **วารสารเกษตร**, 23(2), 89-96.

สมศักดิ์ วรรณศิริ. (2541). **สวนกล้วย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม: กรุงเทพฯ.

สังคม เตชะวงค์เสถียร. (2524). ดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลไม้บางชนิด. **วารสารพืชสวน**, 16(2), 7-12.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2563). **มอก. เอส 95-2563 มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส กล้วยอบ**. กระทรวงอุตสาหกรรม: กรุงเทพฯ.

สำนักงานวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. (2554). การจัดการโรคพืชที่เหมาะสมในการผลิตแก้วมังกร. กรมวิชาการเกษตร. https://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=650

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร. (2556). **โรคผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว**. กรมวิชาการเกษตร. https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=3094

บรรณานุกรม

สุธาสินี ชัยชนะ และ สรัญยา ณ ลำปาง. (2550). การตรวจสอบความทนทานต่อสารกำจัดเชื้อราคาร์เบนดาซิมของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสในมะม่วง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 38(5), 205-208.

สุนทรีย์ แสงสีโสต. (2543). **กล้วย: ผลไม้สารพัดประโยชน์**. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ** 153. http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2543_48_153_p3-5.pdf

Alzate Acevedo, S., Díaz Carrillo, Á. J., Flórez-López, E., & Grande-Tovar, C. D. (2021). Recovery of banana waste-loss from production and processing: a contribution to a circular economy. *Molecules*, 26(17), 5282.

Ankri, S., & Mirelman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and infection*, 1(2), 125-129.

Bayleyegn, A. (2019). Maturity determination and havesting In *Fruit crops production and management* (pp. 66). SNV Netherlands Development Organization.

Block, E., Iyer, R., Grisoni, S., Saha, C., Belman, S., & Lossing, F. P. (1988). Lipoxygenase inhibitors from the essential oil of garlic. Markovnikov addition of the allyldithio radical to olefins. *Journal of the American Chemical Society*, 110(23), 7813-7827.

Caglar, A., & Aydinli, B. (2018). The pyrolysis of industrial alliaceous plant wastes: Illustration of process and characterization of products. *Energy Exploration & Exploitation*, 36, 014459871875955. https://doi.org/10.1177/0144598718759559

Chang, H.-P., & Chen, Y.-H. (2005). Differential effects of organosulfur compounds from garlic oil on nitric oxide and prostaglandin E2 in stimulated macrophages. *Nutrition*, 21(4), 530-536.

Curtis, H., Noll, U., Störmann, J., & Slusarenko, A. J. (2004). Broad-spectrum activity of the volatile phytoanticipin allicin in extracts of garlic (Allium sativum L.) against plant pathogenic bacteria, fungi and Oomycetes. *Physiological and molecular plant pathology*, 65(2), 79-89.

บรรณานุกรม

Das Gupta, A., Dhara, P. C., Dhundasi, S. i. A., & Das, K. K. (2009). Effect of garlic (Allium sativum) on nickel II or chromium VI induced alterations of glucose homeostasis and hepatic antioxidant status under sub-chronic exposure conditions. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 20(1), 1-14.

Davidse, L., & Flach, W. (1977). Differential binding of methyl benzimidazol-2-yl carbamate to fungal tubulin as a mechanism of resistance to this antimitotic agent in mutant strains of Aspergillus nidulans. *The journal of cell biology*, 72(1), 174-193.

Eckert, J. W. (1983). Control of postharvest diseases with antimicrobial agents. In *Post-harvest physiology and crop preservation* (pp. 265-285). Springer.

Feldberg, R. S., Chang, S., Kotik, A., Nadler, M., Neuwirth, Z., Sundstrom, D., & Thompson, N. (1988). In vitro mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 32(12), 1763-1768.

fry, W. E. (1982). *Principles of Plant Disease Management*. Academic Press: New York.

Hossain, M. (2023). Effects of variety and different coating treatments on postharvest quality and shelf life extension of banana. *Journal of Agriculture, Food and Environment (JAFE)| ISSN (Online Version):* 2708-5694, 4(2), 22-30.

Hyde, K. D., Cai, L., McKenzie, E., Yang, Y., Zhang, J., & Prihastuti, H. (2009). Colletotrichum: a catalogue of confusion. *Fungal Diversity*, 39(1), 1-17.

Kim, K.-M., Chun, S.-B., Koo, M.-S., Choi, W.-J., Kim, T.-W., Kwon, Y.-G., Chung, H.-T., Billiar, T. R., & Kim, Y.-M. (2001). Differential regulation of NO availability from macrophages and endothelial cells by the garlic component S-allyl cysteine. *Free Radical Biology and Medicine*, 30(7), 747-756.

Ogbebor, N., Adekunle, A., & Enobakhare, D. (2007). Inhibition of Colletotrichum gloeosporioides (Penz) Sac. causal organism of rubber (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) leaf spot using plant extracts. *African Journal of Biotechnology*, 6(3).

บรรณานุกรม

Wallock-Richards, D., Doherty, C., Doherty, L., Clarke, D., Place, M., Govan, J., & Campopiano, D. (2014). Garlic Revisited: Antimicrobial Activity of Allicin-Containing Garlic Extracts against Burkholderia cepacia Complex. *PloS one*, 9, e112726. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112726

Yabaya, A., Orukotan, A., & Jonathan, M. (2010). Determination of anti Salmonella typhi activity of the crude extract of Allium sativum (garlic). *Journal of Biological Sciences and Bioconservation*, 2, 22-28.

Zhou, Y., Xu, J., Zhu, Y., Duan, Y., & Zhou, M. (2016). Mechanism of action of the benzimidazole fungicide on Fusarium graminearum: Interfering with polymerization of monomeric tubulin but not polymerized microtubule. *Phytopathology*, 106(8), 807-813.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1.1

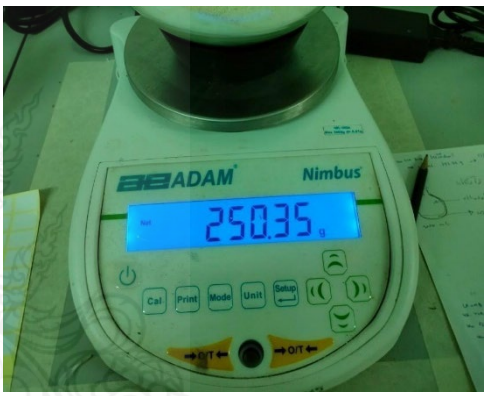
ภาคผนวก ก รูปภาพขั้นตอนการเตรียมสารสกัดกระเทียม

ขั้นตอนการเตรียมสารสกัดกระเทียม

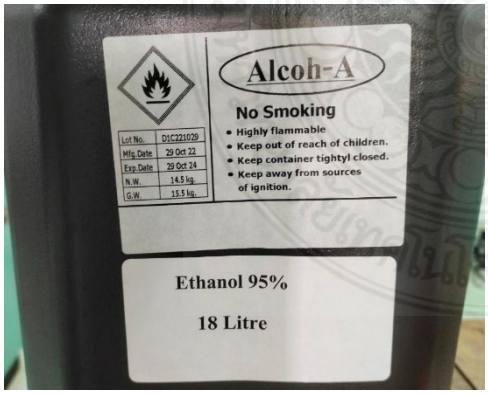
กระเทียมที่นำมาใช้ในการทดลอง

กระเทียมที่อบแห้งแล้ว

การปั่นกระเทียมให้เป็นผงละเอียด



ชั่งปริมาณผงกระเทียมด้วยเครื่องชั่ง



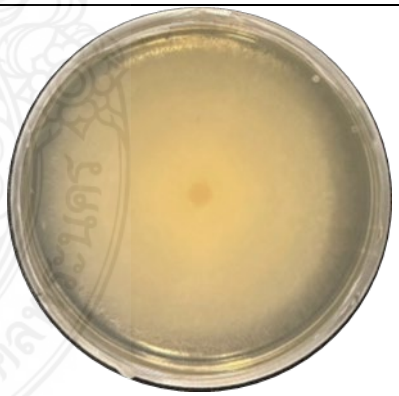
Ethanol ที่ใช้ในการสกัด

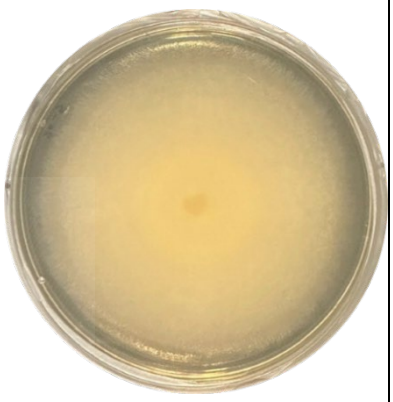
ภาคผนวก 1.1

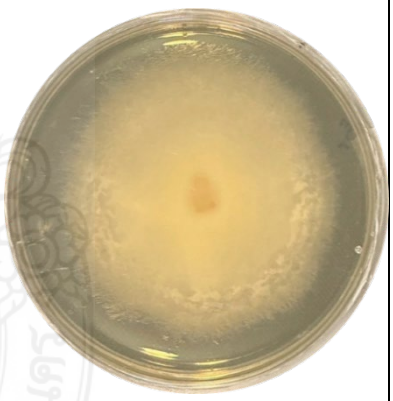
ภาคผนวก ข รูปภาพการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งผสมสารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน

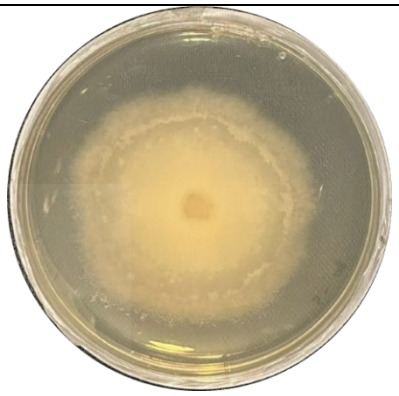
การเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งผสมสารสกัดกระเทียมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 5 วัน

กลุ่ม	**ภาพตัวอย่างการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดความเข้มข้นต่าง ๆ**	
Control (0 ppm)	1	2

กลุ่ม	**ภาพตัวอย่างการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดความเข้มข้นต่าง ๆ**	
10 ppm	1	 2

กลุ่ม	ภาพตัวอย่างการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดความเข้มข้นต่าง ๆ	
20 ppm	 1	 2

กลุ่ม	ภาพตัวอย่างการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดความเข้มข้นต่าง ๆ	
40 ppm	 1	 2

กลุ่ม	ภาพตัวอย่างการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาหาร PDA ที่ผสมสารสกัดความเข้มข้นต่าง ๆ	
80 ppm	1	 2

ภาคผนวก1.1

ภาคผนวก ค รูปภาพตารางคำนวณการยับยั้งเชื้อราด้วยสารสกัดกระเทียม โดยใช้วิธี Dilution Susceptibility Test

ตารางคำนวณการยับยั้งเชื้อราด้วยสารสกัดกระเทียม โดยใช้วิธี Dilution Susceptibility Test

Group	Colony Diameter (mm)	Average Colony Diameter (mm)	Average Colony diameter of Control (A)	Average Colony diameter of Extract (B)	% growth inhibition = ((A-B)/A)*100
Control	75.50	75.90	75.90		
	76.02				
	78.20				
	73.87				
80 ppm	66.76	67.10		67.10	11.59
	70.65				
	71.17				
	59.83				
40 ppm	68.07	67.39		67.39	11.21
	66.02				
	70.31				
	65.16				
20 ppm	68.91	71.02		71.02	6.43
	72.17				
	71.18				
	71.82				
10 ppm	70.75	71.96		71.96	5.19
	70.95				
	72.45				
	73.67				

ภาคผนวก 1.1

ภาคผนวก ง รูปภาพการทดสอบการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนส ด้วยสารสกัดกระเทียมในผลกล้วย

การทดสอบการยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสด้วยสารสกัดกระเทียมในผลกล้วย

วันที่ 1

กลุ่มควบคุมปกติ	
กลุ่มควบคุมสารสกัด	
กลุ่มควบคุมอาหารวุ้น	
กลุ่มควบคุมติดเชื้อรา	
กลุ่มทดสอบสารสกัด	

วันที่ 5

กลุ่มควบคุมปกติ	
กลุ่มควบคุมสารสกัด	
กลุ่มควบคุมอาหารวุ้น	
กลุ่มควบคุมติดเชื้อรา	
กลุ่มทดสอบสารสกัด	

วันที่ 7

กลุ่มควบคุมปกติ	
กลุ่มควบคุมสารสกัด	
กลุ่มควบคุมอาหารวุ้น	
กลุ่มควบคุมติดเชื้อรา	
กลุ่มทดสอบสารสกัด	

ภาคผนวก 1.1

ภาคผนวก ง รูปภาพการทดสอบการประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมต่อการเกิดโรคธรรมชาติของกล้วย

การทดสอบการประสิทธิภาพของสารสกัดกระเทียมต่อการเกิดโรคธรรมชาติของกล้วย

วันที่ 1

กลุ่มปกติ	
กลุ่มแช่น้ำปลอดเชื้อ	
กลุ่มแช่สารสกัดกระเทียม 40 ppm	

วันที่ 5

กลุ่มปกติ	
กลุ่มแช่น้ำปลอดเชื้อ	
กลุ่มแช่สารสกัดกระเทียม 40 ppm	

วันที่ 7

กลุ่มปกติ	
กลุ่มแช่น้ำปลอดเชื้อ	
กลุ่มแช่สารสกัดกระเทียม 40 ppm	

ภาคผนวก 1.2

ภาคผนวก ก บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุกล้วยหอมสุก

DAY 1

ภาคผนวก 1.3

ภาคผนวก ก กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

ขั้นตอนการทำปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิ แบบเปเปอร์มาเช่

ตัดกาบกล้วยอบแห้งเป็นชิ้น

↓

นำกาบกล้วยอบแห้งทากาวติดลงบนแบบแก้วตัวอย่าง

↓

ทากาวบนกากล้วยอบแห้งเพื่อเป็นฉนวนติดบนตัวอย่างแก้วเป็นชั้น ๆ รอจนแห้ง จนมีความหนา 0.5 เซนติเมตร

↓

หุ้มด้วยหนัง PVC ลงบนฉนวนกาบกล้วย

↓

ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

แผนภาพที่ 4.2 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งแบบเปเปอร์มาเช่

ขั้นตอนการทำปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิแบบเย็บ

ตัดกาบกล้วยอบแห้งเป็นผืน

↓

ซ้อนกาบกล้วยอบแห้งทากาวติด 5 ชั้น รอจนแห้ง

↓

หุ้มด้วยหนัง PVC ลงบนฉนวนกาบกล้วย

เย็บกากล้วยอบแห้งเพื่อเป็นฉนวนติดบนตัวอย่างแก้วเป็น 5 ชั้น ๆ บนแบบแก้วตัวอย่าง

↓

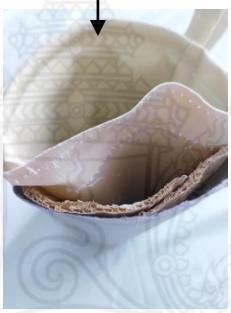
ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

แผนภาพที่ 4.1 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบเย็บ

ขั้นตอนการทำปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิแบบหุ้มด้วยหนัง

ตัดกาบกล้วยอบแห้งแผ่นยาว

นำกาบกล้วยอบแห้งใส่ลงบนหนังที่เย็บเป็นแก้วตัวอย่าง



เย็บหนัง PVC ที่มีฉนวนกาบกล้วยอบแห้ง

ปลอกแก้วรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้ง

แผนภาพที่ 4.2 กรรมวิธีการผลิตปลอกรักษาอุณหภูมิจากกาบกล้วยอบแห้งของแบบหุ้มด้วยหนัง

ไม่มีเนื้อหาจากต้นฉบับ