ผลของสารสกัดสมุนไพรร่วมกับไคโตซานที่มีต่อคุณภาพของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยว

COMBINATION EFFECT OF HERBAL EXTRACTS AND CHITOSAN ON POSTHARVEST QUALITY OF KLUAI KHAI AND KLUAI HOM THONG BANANAS

ณัฐวดีกิติกานต์ ขุนรักษาพล
NATTAWADEEKITIKAN KHOONRAKSAPHON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาเกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2563
KMITL-2020-ED-M-241-049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMBINATION EFFECT OF HERBAL EXTRACTS AND CHITOSAN ON POSTHARVEST QUALITY OF KLUAI KHAI AND KLUAI HOM THONG BANANAS

NATTAWADEEKITIKAN KHOONRAKSAPHON

A THESIS SUB MITTED IN PRATIAL FULFILLMENT
OF THE MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL AGRICULTURAL
FACULTY OF INDUTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2020

KMITL-2020-ED-M-241-049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสารสกัดสมุนไพรร่วมกับไคโตซานที่มีผลต่ออายุและคุณภาพกล้วยไข่และกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยว
นักศึกษา	นางสาวณัฐวดีกิติกานต์ ขุนรักษาพล
รหัสประจำตัว	61603137
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาเกษตร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.จตุพร อนุชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สุริยัณห์ สุภาพวานิช

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบสมุนไพรร่วมกับไลโปโซมไคโตซานที่มีผลต่ออายุและคุณภาพกล้วยไข่และกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยว แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ในการทดลองแรก ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดจาก ขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชย ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพทางกายภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม โดยศึกษาสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชย ที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ1,000 ppm โดยวิธีการแช่เป็นระยะเวลา 3 นาที ทำการทดสอบลักษณะที่ปรากฏ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก และการเกิดเกิดโรคบนผิวของผลกล้วยทั้งสองชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จากการศึกษาพบว่า กล้วยไข่ที่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชัน เปลือกมังคุด และอบเชย ความเข้มข้น 250 ppm สามารถช่วยชะลอการสุกของผลกล้วยไข่ได้ดีที่สุด โดยเฉลี่ยมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 6 วัน จากลักษณะปรากฏที่พบการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก พบว่ามีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลกระตุ้นกระบวนการสุกสังเกตได้จากการตกกระบนผิวกล้วย นอกจากนั้นสามารถช่วยยับยั้งการเกิดโรคบนผิวเปลือกได้ ขณะที่กล้วยไข่ที่ใช้สารสกัดหยายไพลความเข้มข้น 250 ppm สามารถช่วยชะลอการสุกของผลกล้วยไข่ได้ดีที่สุด มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 8 วัน จากลักษณะปรากฏที่พบการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก พบว่ามีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ซึ่งชะลอการเพิ่มของสีเหลือง และการลดลงของสีเขียวได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น และไม่พบการเกิดโรคบนผิวของผลกล้วยไข่ที่ใช้สารสกัดไพลในทุกความเข้มข้น นอกจากนั้นยังชะลอการตกกระของผลกล้วยไข่ได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น และกล้วยหอมทองที่ใช้สารสกัดไพลความเข้มข้น 500 ppm สามารถช่วยชะลอการสุกของผลกล้วยหอมทองได้ดีที่สุด จากลักษณะปรากฏที่สังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกับกล้วยไข่ที่แช่ในสารสกัดความเข้มข้น 250 ppm และพบการเกิดสีน้ำตาลบนพื้นผิวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะกล้วยหอมทองที่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชัน เปลือกมังคุด และอบเชยความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถช่วยชะลอการสุกของผลกล้วยหอมทองได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น ในการทดลองที่ 2 ได้เลือกใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppmในกล้วยไข่ และสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm ในกล้วยหอมซึ่งพบว่ามีประสิธิภาพที่ดีในการรักษาคุณภาพกล้วยหอมและกล้วยไข่ เพื่อมาศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไข่และกล้วยหอมทอง จากการศึกษาพบว่ากล้วยไข่ที่ใช้สารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm สามารถช่วยชะลอการสุกของผลกล้วยไข่ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง จากลักษณะปรากฏที่พบการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก พบว่ามีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยสามารถชะลอการเพิ่มของสีเหลือง และการลดลงของสีเขียวได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น ไม่พบการโรคบนผิวของผลกล้วยไข่ที่ใช้สารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm นอกจากนั้นยังชะลอการตกกระของผลกล้วยไข่ได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่น ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 9 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน และในกล้วยหอมทองที่ใช้สารสไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับกล้วยไข่ สามารถช่วยชะลอการสุกของผลกล้วยหอมทองได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ถึง 14 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษาเพียง 6 วัน และในการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการใช้สารสกัดธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดร่วมกับไลโปโซมไคโตซานที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมระหว่างการสุกได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับกล้วยในชุดควบคุม สารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่า 50% ชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น สามารถชะลอการควบคุมการเกิดอาการตะกระในผลกล้วยไข่ โดยพบว่าชะลอการเพิ่มปริมาณการรั่วไหลของประจุ ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์บนผิวเปลือกของกล้วยได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการใช้สารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลสามารถชะลอการสุก การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี และความผิดปกติในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมระหว่างการสุกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สารสกัดสมุนไพร, ไลโปโซม, ไคโตซาน, กล้วย และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Combination effect of Herbal Extracts and Chitosan on Postharvest Quality of Kluai Khai and Kluai Hom Thong Bananas
Collegian	Miss Natthawadeekitikan Khunraksaphon
Student Identification	61603137
Degree	Master of Science
Majoring	Agricultural Education
Year	2018
Thesis Advisor	Dr. Jatuporn Anuchai
Co-Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Suriyan Supapvanich

ABSTRACT

The objectives were to study the effects of the use of crude herbs extracts combinate chitosan and chitosan coated CIPO source on postharvest quality of Kluai Khai and Kluai Hom Thong during the experiments were divided into 3 parts. In the first experiment to extracts the efficacies of the crude turmeric extract, cassumunar ginger, mangosteen and cinnamon on the shelf-life and physical extracts quality of Kluai Khai and Kluai Hom Thong were determined. Both bananas were dipped into the crude extracts from turmeric, cassumunar ginger, mangosteen or cinnamon at the concentrations of 250, 500, 750 and 1,000 ppm for 3 minutes. Visual appearance, peel color change and occurrence of diseases and phycological disorder on the surface of both bananas during storage were monitored. It was study found that Kluai Khai bananas curated with crude, turmeric, mangosteen peel or cinnamon extracts at the concentration of 250 pm could slow down the ripening of Kluai Khai and, the shelf life of the fruit were about 6 days. During storage, the peel yellowness increased, according to the increased storage. But when using higher concentration, the effect of stimulating ripening process was observed as the appearance of blacking spot on the Kluai Khai fruit skin. The crude extracts dips could prevent the occurrence of diseases on the fruit. Moreover, the crude cassumunar ginger extract dip of the concentration of 250 ppm, could delay the ripening process of Kluai Khai bananas. The treatment be referred the skin color changes due to the reduction of greenness decreased and increased yellowness of the fruits skin color was found on Kluai Khai skin. While Kluai Khai using turmeric crude extracts, mangosteen peel and cinnamon at the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

concentration of 1,000 ppm show the best result could delay the ripening of Kluai Hom Thong when compare with other concentration. In the second experiment was chosen to use cassumunar ginger crude extract at 250 ppm concentration in Kluai Khai. And cassumunar ginger crude extract at the concentration of 500 ppm in Kluai Hom Thong, which showed good efficacy in preserving the quality of Kluai Hom Thong and Kluai Khai in order to compare the effectiveness of chitosan. Chitosan with crude extract and liposomeschitosan combined with the cassumunar ginger crude extract which has the effect of shelf life and postharvest quality of Kluai Khai and Kluai Hom Thong. According to the study, it was found that Kluai Khai using liposomechitosan combined with cassumunar ginger crude extract at the concentration of 250 ppm show the best result to delay the ripening of Kluai Khai when compared to all treatments. Moreover, the appearance that showed changes in the peel color. It was found that the yellow color increased during the storage. The cassumunar ginger crude extract can delay the increase of yellow color and the decrease of green color better than other experiments. The disease was not found on the surface of Kluai Khai using combination of liposomechitosan with cassumunar ginger crude extract at 250 ppm. In addition, it was able to delay the peel of Kluai Khai fruit better than other treatments which could extend. The shelf life can be extending to 9 days while the control set has a shelf life only 6 days. In the Kluai Hom Thong which use the liposomechitosan combined with the crude extract at 500 ppm with the same transformation characteristics as Kluai Khai. It can delay the ripening of Kluai Hom Thong fruit the best when compared with all treatment, which can extend the shelf life up to 14 days while the control set has a shelf life of only 6 days. In the third experiment, to study the effects of using the most effective natural extracts combined with liposomeschitosan that affect to the physical and chemical quality of Kluai Khai and Kluai Hom Thong. The result was found that the highest physical and chemical changes of Kluai Khai and Kluai Hom Thong during ripening, compared to control combination and crude extract, could decrease the physical and chemical changes of bananas. Liposomechitosan combined with cassumunar ginger can reduce weight loss by more than 50%, slowing up the increase in anti-oxidation activity. It can delay the control of the occurrence of black spot in Kluai Khai. It was found slowly increase in the amount of Malonaldehyde on the peel surface of bananas. Therefore, it can be concluded that the combination of liposomechitosan with cassumunar ginger crude extracts can decrease the ripening, physical and chemical changes and abnormalities in the fruit of Kluai Khai and Kluai Hom Thong during ripening.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.จตุพร อนุชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สุริยัณห์ สุภาพวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยาพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ ดร.ภัทราภรณ์ ภัทรรังสฤษฎ์ และ ผศ.ดร.รชา เทพษร กรรมการสอบวิทยานิพน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ทำให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ในสถาบันทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์สามารถสำเร็จลุล่วง และขอกราบพระคุณบิดามารดาที่คอยให้ความสนับสนุนตลอดการศึกษา และการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

คุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐวดีกิติกานต์ ขุนรักษาพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... IX

บทที่ 1 บทนำ.....

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 3

1.4 สมมติฐานงานวิจัย..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....

2.1 ประวัติของกล้วย..... 4

2.2 พฤกษศาสตร์ของกล้วย..... 5

2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยวของกล้วย..... 7

2.4 การสุกของกล้วย..... 8

2.6 พฤกษศาสตร์ของสมุนไพร..... 9

2.7 ไคโตซาน..... 10

2.8 ไลโปโซม..... 11

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....

3.1 อุปกรณ์การททดลอง และสารเคมี..... 12

3.2 การเตรียมสารสกัดจากสมุนไพร..... 14

3.3 การเตรียมไลโปโซม..... 15

3.4 การวางแผนการทดลอง..... 15

3.5 ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล..... 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	
4.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชย ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม	23
4.2 ผลของศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง	47
4.3 ศึกษาผลของการใช้สารสกัดธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดร่วมกับไลโปโซมไคโตซาน ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง	53
บทที่ 5 วิจารณ์ผล.....	
5.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดธรรมชาติขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม	71
5.2 ผลของศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง	74
บทที่ 6 สรุปผล.....	
6.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดธรรมชาติขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม	77
6.2 ผลของศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง	78
บรรณานุกรม.....	79
ประวัติผู้เขียน.....	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	54
4.2	การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบขมิ้นชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	24
4.2	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบขมิ้นชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	25
4.3	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบขมิ้นชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	27
4.4	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบขมิ้นชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	28
4.5	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	30
4.6	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	31
4.7	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	33
4.8	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	34
4.9	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	36
4.10	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	37
4.11	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	39
4.12	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	40
4.13	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	42
4.14	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.15	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	45
4.16	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน	46
4.17	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	48
4.18	ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	49
4.19	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	51
4.20	การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	52
4.21	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	56
4.22	การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	56
4.23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	57
4.24	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	58
4.25	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นกรดของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	59
4.26	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นกรดของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.27	การเปลี่ยนแปลงปริมาณรวมของน้ำตาลของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	60
4.28	การเปลี่ยนแปลงปริมาณรวมของน้ำตาลของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	60
4.29	การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	61
4.30	การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	61
4.31	Ferric reducing antioxidant power ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	63
4.32	Ferric reducing antioxidant power ของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	63
4.33	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	64
4.34	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	65
4.35	ปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	66
4.36	ปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	66
4.37	ปริมาณวิตามินซีของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	67
4.38	ปริมาณวิตามินซีของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.39	ปริมาณการรั่วไหลของประจุของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	68
4.40	ปริมาณการรั่วไหลของประจุของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	69
4.41	ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	70
4.42	ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ ของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กล้วย (Banana) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากกล้วยนิยมใช้เป็นอาหารในการบริโภคและการใช้ประโยชน์ที่มีความหลากหลาย อีกทั้งกล้วยสามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งปริมาณการปลูกกล้วยส่งออกของประเทศไทยถูกจัดเป็นอันดับ 3 ของทวีปเอเชีย ซึ่งตลาดกล้วยของประเทศไทยคือประเทศญี่ปุ่น จีน ฮ่องกง (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2558) ในปี 2560 กล้วยในประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกถึง 24,499,192 กิโลกรัม ซึ่งมูลค่าเท่ากับ 466,359,641 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2561) ลักษณะและคุณภาพของกล้วยส่งออก จะต้องมีคุณภาพดี มีเนื้อแน่น สีสดใส ไม่มีรอยช้ำหรือกระทบกระเทือนและไม่มีโรคแมลง มีรสชาติดีเที่อสุกหรือผิวเหลืองทั่วกันหมด กล้วยไข่ [*Musa* (AA Group) 'Kluai Khai' กลุ่มย่อย Sucrier]. กล้วยไข่มีลักษณะของผลค่อนข้างเล็ก กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 8-10 เซนติเมตร กล้วยไข่นิยมปลูกกันมากในเชิงการค้าที่จังหวัดกำแพงเพชร ตาก นครสวรรค์ จันทบุรี ตราดและนิยมปลูกกันมากในสวนหลังบ้านทุกภาคของประเทศไทย ปัจจุบันกล้วยไข่ยังเป็นสินค้าส่งออกไปยังประเทศจีน ฮ่องกง สิงคโปร์ และญี่ปุ่น. กล้วยหอมทอง [*Musa* (AAA Group) 'Kluai Hom Thong' กลุ่มย่อย Gros Michel]. กล้วยหอมทองมีผลใหญ่กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 21-25 เซนติเมตร ส่วนใหญ่กล้วยหอมทองนิยมปลูกในภาคกลางโดยเฉพาะจังหวัดปทุมธานี กรุงเทพฯ หรือจังหวัดใกล้เคียง (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2558)

ปัญหาที่สำคัญหลังจากการเก็บเกี่ยวของกล้วยไข่และกล้วยหอมทองคือ ช่วงอายุการเก็บรักษาสั้นที่เป็นปัญหาสำหรับการส่งออก ซึ่งปัญหาในการส่งออกกล้วยไข่และกล้วยหอมทองของไทยคือ การเน่าเสีย การสูญเสียคุณภาพของผลผลิต การสุกก่อนที่จะส่งไปถึงปลายทาง ไม่ว่าจะในประเทศ หรือต่างประเทศก็ตาม ปัญหาดังกล่าวนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการขยายตลาดของผลผลิตสดหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อต้องใช้เวลาในการขนส่งในตู้เรือปรับอากาศไปยังประเทศต่างๆที่ห่างไกล ผู้ส่งออกส่วนใหญ่นิยมใช้การยืดอายุการเก็บเกี่ยวในผลไม้มาใช้ในการเก็บรักษาผลผลิต ซึ่งในการยืดอายุในการเก็บรักษาผลไม้มีหลายวิธี เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคลือบผิว การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง การใช้สารดูดซับเอทิลีน (มนฑิณี กมลธรรม, 2556) การใช้สารสกัดจากธรรมชาติ (Natural Extracts) โดยที่ผ่านมามีการศึกษาในเรื่องของใช้สารสกัดธรรมชาติในควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum musae.* ที่ก่อให้เกิดโรคเน่าหลังการเก็บเกี่ยวหรือโรคแอนแทรคโนสที่เป็นสาเหตุทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผลกล้วยเน่าที่จะเกิดขึ้นหลังจากการเก็บเกี่ยวได้ (Cruz, M.E.S., et al, 2013) ผลของการใช้สารสกัดจากสมุนไพรที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้ (Maria, A.G. et al., 2011) เป็นต้น และการใช้ไคโตซาน (Chitosan) ไคโตซานเป็นสารธรรมชาติที่มีบทบาทในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรโดยใช้เคลือบบนผิวผักและผลไม้เป็นฟิล์มบาง ใสที่ไม่มีสีและกลิ่น สามารถลดอัตราการหายใจและการผลิตของเอทิลีน (ภาวดี เมธะคานนท์, 2543) ซึ่งที่ผ่านมามีการศึกษาผลของไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวมากมายเช่น การพัฒนาสารเคลือบผิวจากไคโตซานเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอม (อุมาพร ชนประชา และคณะ, 2553) ผลของไคโตซานความเข้มข้นต่ำต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพู่พันธุ์ทองสามสี (ปรางค์ทอง กวานห้อง และเบญมาส รัตนชินกร, 2557) ซึ่งงานวิจัยที่กล่าวมาในข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากธรรมชาติและไคโตซานสามารถช่วยยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ได้

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้ สารสกัดจากธรรมชาติที่ผู้วิจัยใช้คือ ขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุดและอบเชย โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดธรรมชาติ (ขมิ้นชัน, ไพล, เปลือกมังคุด และอบเชย) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสมที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม และศึกษาผลของการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่มีผลทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการเก็บรักษาคุณภาพผลกล้วยหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรและผู้ประกอบการได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดธรรมชาติ (ขมิ้นชัน, ไพล, เปลือกมังคุด และอบเชย) ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

1.2.2 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

1.2.3 ศึกษาผลของการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่มีผลทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของการใช้สารสกัดธรรมชาติในแต่ละชนิดคือ ขมิ้นชัน, ไพล, เปลือกมังคุด และอบเชย ที่มีความเหมาะสมในการยืดอายุของการเก็บรักษาและคุณภาพของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว ศึกษาผลของไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีความเหมาะสมในการยืดอายุของการเก็บรักษาและคุณภาพของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยว และศึกษาผลของสารสกัดธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดร่วมกับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นเหมาะสมในการยืดอายุของการเก็บรักษาและคุณภาพของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองหลังการเก็บเกี่ยวได้

1.4 สมมติฐานงานวิจัย

กล้วยไข่และกล้วยหอมมีช่วงอายุในการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากการตอบสนองต่อเอทธีลีนของกล้วยในระหว่างการเข้าสู่กระบวนการสุก ซึ่งเป็นปัญหาในส่งออกไปยังต่างประเทศและในประเทศ การใช้สารสกัดจากธรรมชาติที่เหมาะสมร่วมกับไคโตซาน อาจจะสามารถช่วยยืดอายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยสามารถที่จะพัฒนาและต่อยอดให้กับงานทางด้านเกษตรในเรื่องของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตของกล้วยในอนาคตได้

1.5.2 เกษตรกรสามารถนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษากล้วยไข่และกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยวต่อไปได้

1.5.3 ผู้ประกอบการที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับผลผลิตของกล้วยสามารถนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในสถานประกอบการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กล้วยเป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของคนทั่วไปในปัจจุบัน เนื่องจากกล้วยเป็นพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วนของลำต้น ผลใช้รับประทาน ใบใช้ในการห่อขนม ลำต้นใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น อีกทั้งกล้วยยังให้คุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบกับเป็นพืชที่ปลูกง่ายและให้ผลเร็ว และกล้วยยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกด้วย (เดียว วงศ์สุวรรณ และคณะ, 2530) การศึกษาวิจัยในเรื่อง ผลของสารสกัดสมุนไพรร่วมกับไคโตซานที่มีต่อคุณภาพของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว เป็นการพัฒนาในการยืดอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อในประกอบการศึกษาวิจัยดังนี้

2.1 ประวัติของกล้วย

กล้วยมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีอากาศร้อนชื้นและกึ่งร้อนซึ่งประกอบด้วยตอนเหนือของอินเดีย พม่า เขมร ไทย จีนตอนใต้ แถบหมู่เกาะอินโดนีเซีย เกาะบอร์เนียว ไต้หวัน และฟิลิปปินส์ ประเทศเหล่านี้จะพบกล้วยมีอยู่ทั่วไปเป็นพืชป่า กล้วยที่พบนี้มีหลายชนิดทั้งมีเมล็ดและไม่มีเมล็ด แต่ละพันธุ์จะมีชื่อเป็นภาษาถิ่นของประเทศนั้น กล้วยเป็นอาหารหลักของชาติต่างๆ คณะที่ปรึกษาด้านเกษตรนานาชาติ (Consultative Group Internation Agricultural Research / CGIAR) ภายใต้การสนับสนุนโครงการพัฒนาองค์การสหประชาชาติได้จัดลำดับความสำคัญของกล้วยไว้ว่า เป็นอาหารที่ประชากรโลกบริโภคสูงเป็นลำดับที่ 4 ในแง่ของปริมาณการผลิตรวมรองจากข้าว ข้าวสาลี และนม ตามลำดับ (หมายใจ จิตรีธรรม, 2548)

เบญจมาศ ศิลาย้อย (2558) ได้กล่าวไว้ว่า ในประเทศไทยกล้วยถือว่าเป็นพืชเก่าแก่ของประเทศ ผลใช้รับประทาน ส่วนใบใช้ห่อของกันมาตั้งแต่โบราณ ใบกล้วยมีความทนทานต่อความร้อนมาก ดังนั้นจะเห็นว่าขนมที่ห่อด้วยใบตองมามารถปิ้ง ต้ม หรือนึ่งได้โดยที่อาหารที่อยู่ข้างในไม่เสียหาย ในพิธีต่างๆ ทางศาสนาจะมีการใช้ส่วนต่างๆ ของกล้วยเพื่อประกอบพิธีนั้นๆ เช่น ผล ใบ กาบลำต้น เป็นต้น พิธีต่างๆ ที่ใช้กล้วยมีตั้งแต่เกิดจนตาย การใช้ใบตองนั้นส่วนใหญ่เป็นงานฝีมือ การทำบายสี กระทง ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และอยู่ในแถบอัสสัม ซึ่งเป็นถิ่นกำเนิดของกล้วยป่า (*Musa acuminata* Colla) ดังนี้จึงพบกล้วยป่าอยู่ทั่วประเทศไทย กล้วยป่าที่พบในประเทศไทย มีอยู่ 4 sub species คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Musa acuminata Colla ssp. *malaccensis* (Ridl) Simmonds

Musa acuminata Colla ssp. *microcarpa* (Beccari) Simmonds

Musa acuminata Colla ssp. *burmannica* Simmonds

Musa acuminata Colla ssp. *simea* Simmonds

นอกจากมีกล้วยป่าที่พบแล้ว ตามประวัติกล่าวว่า พบกล้วยกินได้แถบแหลมมาลายู ซึ่งหมายถึงภาคใต้ของประเทศไทย กล้วยที่กินได้ที่พบเป็นกล้วยที่เกิดจากกล้วยป่า ซึ่งมีชุดโครโมโซมเป็น AA และ AAA หรือที่เรียกว่า acuminate cultivars ซึ่งได้แก่ กล้วยไข่ทองร่วง กล้วยเล็บมือนาง เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทางภาคใต้ของประเทศไทย มีกล้วยกินได้อยู่มากมาย สำหรับกล้วยลูกผสมระหว่างกล้วยป่าและกล้วยตานี เพราะกล้วยป่าตานีนั้นพบแต่เป็นพืชปลูกอยู่ทั่วไปเพื่อใช้ใบ และแหล่งกำเนิดของกล้วยป่าตานี กล้วยลูกผสมระหว่างกล้วยป่าและกล้วยป่าตานีนั้น ส่วนใหญ่เป็นกล้วยที่มีโครโมโซม 3 ชุด คือ AAB และ ABB สำหรับกล้วยที่มีโครโมโซม 4 ชุด นั้น พบว่ามีกำเนิดในประเทศไทยอยู่ 1 ชนิด คืออาจจะเกิดขึ้นหลังจากที่กล้วยที่มีชุดโครโมโซม AAB และ ABB ปลูกอยู่ทั่วไปในประเทศไทยแล้วมีการผสมกับกล้วยตานี เป็นกล้วยเทพรสหรือกล้วยทิพรส หรือกล้วยปลีหาย และมีชุดโครโมโซมเป็น ABBB การที่กล่าวว่า กล้วยนี้กำเนิดในประเทศไทยก็เพราะชื่อของกล้วยนี้เป็นชื่อไทยและเป็นชื่อที่เรียกกันทั่วไปของ กล้วยชุด ABBB ในต่างประเทศเรียกว่า Tiprod หรือ Pisang Abu Siam และกล้วยชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในแถบอินโดจีน

2.2 พฤกษศาสตร์ของกล้วย

เดียว วงศ์สุวรรณ และคณะ (2530) ได้กล่าวไว้ว่า กล้วยเป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่มีอายุหลายปี เมื่อโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 2.9 เมตร ลำต้นแท้จริงของกล้วยเกิดเป็นเหง้าอยู่ใต้ผิวดิน ส่วนลำต้นที่เรามองเห็นเป็นลำต้นเทียม ประกอบไปด้วยกาบใบที่อัดกันแน่น ทรงพุ่มส่วนบนของลำต้นประกอบด้วยใบและช่อดอกที่เกิดมาจากจุดเจริญของเหง้า ภายในลำต้นเทียมจะมีมัดท่อน้ำเลี้ยงเต็มไปด้วยน้ำยางตลอดทุกส่วนของลำต้น มีลักษณะเป็นกรดอ่อนๆ และมีรสฝาดอนุกรมวิธานได้จัดจำแนกกล้วยตามลำดับดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Class Monocotyledoneae

Order Zingiberales

Family Musaceae

Genus Musa

Section Eumusa

Species spp.

2.2.1 พฤกษศาสตร์ของกล้วยไข่

กล้วยไข่ [*Musa* (AA Group) 'Kluai Khai' กลุ่มย่อย Sucrier]. ลักษณะทั่วไปของกล้วยไข่ กล้วยไข่เป็นกล้วยที่มีผลขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับกล้วยหอมและกล้วยน้ำว้า ซึ่งมีลำต้นสูงประมาณ 2.5-3 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 16-20 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีเขียวปนเหลือง มีประสีน้ำตาลอ่อน ด้านในสีชมพูอมแดง ก้านใบมีสีเขียวอมเหลือง มีร่องกว้าง โคนก้านมีครีบสีชมพู ก้านช่อดอกมีขนอ่อน ปลีรูปไข่ ม้วนงอขึ้น ปลายแหลม ด้านนอกสีแดงอมม่วง ด้วนในโคนกลีบสีซีด ผลในหนึ่งเครือมี 6-7 หวี หวีหนึ่งมีประมาณ 14 ผล ผลค่อนข้างเล็ก ก้านผลสั้น เปลือกผลบางเมื่อผลสุก มีสีเหลืองสดใส บางครั้งมีจุดดำเล็กๆ ประปราย เนื้อสีครีม อมส้มมี รสหวาน

การปลูกกล้วยไข่ในประเทศไทย นิยมปลูกกันมากในเชิงการค้าที่จังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย ตาก นครสวรรค์ จันทบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร ปัจจุบันกล้วยไข่ยังเป็นพืชที่มีการส่งออกมากชนิดหนึ่ง ซึ่งตลาดที่ส่งออกมากที่สุดคือ ประเทศจีน ฮ่องกง สิงคโปร์ และญี่ปุ่น (อภิชาต ศรีสอาด, 2553)

2.2.2 พฤกษศาสตร์ของกล้วยหอมทอง

กล้วยหอมทอง [*Musa* (AAA Group) 'Kluai Hom Thong' กลุ่มย่อย Gros Michel].ลักษณะทั่วไปของกล้วยหอมทอง ลำต้นสูงประมาณ 2.5-3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 20 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกมีประดำ ด้านในสีเขียวอ่อน และมีเส้นลายสีชมพู ก้านใบมีร่องค่อนข้างกว้าง มีปีกเส้นกลางใบสีเขียว ก้านเครือมีขน ปลีรูปไข่ ค่อนข้างยาวปลายแหลม ด้านบนสีแดงอมม่วง มีไข ด้านในสีแดงซีด ผลในหนึ่งเครือมี 4-6 หวี หนึ่งหวีมี 12-16 ผล กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 32-25 เซนติเมตร ปลายผลมีจุกเห็นชัด เปลือกบาง เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง แต่ที่ปลายจุกจะมีสีเขียว แล้วเปลี่ยนสีในภายหลัง เนื้อสีเหลืองเข้ม กลิ่นหอมรสหวาน ซึ่งส่วนใหญ่นิยมปลูกกล้วยหอมทองในภาคกลางโดยเฉพาะจังหวัดปทุมธานี (อภิชาต ศรีสอาด, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยวของกล้วย

เบญจมาศ ศิลาย้อย (2558) กล่าวว่า การเก็บเกี่ยวของกล้วยมักจะเก็บเมื่อกล้วยมีความแก่ต่างๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับตลาด ถ้าหากต้องมีการขนส่งไปยังที่ไกลๆ หรือเพื่อการส่งออกที่ต้องใช้เวลาเดินทางนาน เช่นตลาดต่างประเทศการเก็บเกี่ยวเมื่อผลยังมีเหลี่ยม คือยังแก่ไม่เต็มที่มีความแก่ประมาณ 70-80% ถ้าต้องส่งไปต่างจังหวัดภายในประเทศ ควรเก็บเมื่อแก่เต็มที่ ซึ่งจะสุกภายใน 1-2 อาทิตย์ การเก็บที่มีความแก่ 85% จะให้รสชาติอร่อยกว่าที่ 100% ซึ่งมักจะเก็บขายกันในจังหวัดหรือบริเวณใกล้ๆ เพราะผลจะสุกภายในไม่ถึงอาทิตย์ มาตรฐานความแก่ของกล้วยขึ้นอยู่กับเหลี่ยมของผลกล้วย ดังนี้

Full หมายถึง ผลที่ไม่มีเหลี่ยมเลยแก่เต็มที่ 100%

Full 3/4 หมายถึง ผลที่มีเหลี่ยมแต่ไม่ชัดเจน มีความแก่ประมาณ 90%

Light Full 3/4 หมายถึง ผลที่มีเหลี่ยมเห็นชัด มีความแก่ประมาณ 80%

Light 3/4 หมายถึง ผลมีขนาดครึ่งหนึ่งของผลโตเต็มที่ หรือมีความแก่ประมาณ 70%

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (2548) ได้กล่าวถึงดัชนีที่เป็นตัวบ่งความแก่ของผลผลิต สามารถแบ่งได้เป็น 5 วิธีดังนี้

1. การปรากฏลักษณะภายนอก (visual means) เป็นการพิจารณาความแก่ของผลผลิตด้วยสายตาโดยพิจารณาจากภายนอกสามารถแบ่งการพิจารณาได้ดังนี้ การใช้สีผิวเป็นตัวบ่งชี้ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว โดยการใช้เครื่องมือที่วัดความเข้มของสีผิวผลไม้ได้โดยตรง เพื่อกำหนดระยะความแก่ได้ ซึ่งในปัจจุบันเครื่องวัดสีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเป็น chromameter ซึ่งจะวัดได้เป็น L*,a*,b*,chroma (C*) และ Hue angle (H°) ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงขนาดของผลิตผลเมื่อเจริญขึ้น สามารถบอกได้ว่าควรเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาใด ซึ่งขนาดของผลจะสัมพันธ์กับความต้องการของตลาด ซึ่งผลไม้อาจจะยังไม่เข้าสู่กระบวนการแก่ทางลักษณะปรากฏก็ได้ ในกล้วยเมื่อแก่จัดจะมีเหลี่ยมที่ลดน้อยลงและกล้วยแต่ละผลจะกลมขึ้นเมื่อปล่อยให้ผลแก่อยู่บนต้น และเมื่อตัดตามขวางจะเห็นว่ามีรูปร่างคล้ายวงกลม

2. พิจารณาลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) โดยจะพิจารณาจากค่าความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ เพราะผลไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีในระหว่างที่ผลแก่ทำให้ค่าความหนาแน่นหรือค่าความถ่วงจำเพาะของผลไม้มีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยจึงจำเป็นที่จะต้องใช้ค่าความถ่วงจำเพาะเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ระยะความแก่ได้ อีกทั้งยังต้องพิจารณาจากความแข็ง – อ่อน หรือความแน่นเนื้อของผลไม้ผลไม้ที่แก่จัดจนถึงเริ่มสุก โดยที่ลักษณะเนื้อสัมผัสจะเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะเมื่อสุก เนื้อสัมผัสจะอ่อนตัวลงอย่างรวดเร็ว เพราะเมื่อผลไม้สุกจะมีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบจำพวกเพกตินใน Middle Lamella และการสูญเสียน้ำมีผลต่อลักษณะของผลไม้ด้วย ซึ่งการวัดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเนื้อสัมผัสของผลไม้ ทำได้โดยการใช้เครื่องมือวัดค่าความแน่นเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พิจารณาจากส่วนประกอบทางเคมี ระหว่างการเจริญเติบโต การแก่ และการสุกของผลไม้ จะมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีเกิดขึ้นภายในผลผลิตนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด ปริมาณน้ำตาล เป็นต้น

4. พิจารณาจากลักษณะทางไฟฟ้า (Electrical Characteristics) เป็นการเปลี่ยนความต้านทานและความจุไฟฟ้าของผลิตผล ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ที่ละลายอยู่ในเนื้อผลไม้ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระยะความแก่ของผลไม้ด้วย

5. พิจารณาจากลักษณะทางสรีรวิทยา (Physiological Characteristics) ทางสรีรวิทยาระหว่างการเจริญเติบโต การพัฒนา และการแก่ของผลผลิตสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้

2.4 การสุกของกล้วย

กล้วยจัดเป็นผลไม้ประเภท Climacteric เมื่อกล้วยเริ่มสุกจะมีการเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล เกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวหรือเปลือก โดยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง และเกิดกลิ่นที่เรียกว่ากลิ่นสุก เนื้อจะนิ่ม และจะมีการเปลี่ยนรสชาติ รสฝาดจะหายไปเมื่อสุก ซึ่งในกระบวนการสุกของกล้วย จะมีการสร้างเอทิลีนภายในเนื้อเยื่อภายในเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสุก โดยที่เอทิลีนมาช่วยกระตุ้นให้มีการหายใจเกิดขึ้น ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวและสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น ซึ่งเอทิลีนนี้ก็อาจจะมาจากภายในของกล้วยเอง และสามารถทำให้ผลไม้สุกได้ตามธรรมชาติ ถ้าไม่มีเอทิลีนก็อาจจะไม่สุก ดังนั้นในการที่จะทำให้กล้วยสุกจึงต้องมีการใช้สารเอทิลีน หรือเมื่อกล้วยสุกก็จะมีการสร้างสารเอทิลีนเพิ่มขึ้นเอง และอาจจะได้จากภายนอกในรูปของสารละลายหรือแก๊สก็ได้ อีกทั้งยังมีความชื้นที่มีความสำคัญเช่นกัน โดยมีการทดลองกับกล้วยไข่พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้ปริมาณน้ำในผลกล้วยสูญเสียไป 1-4% หากมีความชื้นสัมพัทธ์สูงจะมีการสูญเสียน้ำต่ำเพียง 0.3-0.4% ถ้ามีการสูญเสียน้ำเกิน 20% จะทำให้สีผิวของผลกล้วยไม่สวย ปอกเปลือกยากเพราะเปลือกและเนื้อจะติดกัน โดยการชะลอการสุกของผลกล้วยมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การใช้สารจิบเบอเรลลิน การเคลือบผิว การใช้ด่างทับทิม การใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ การลดอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น ซึ่งการสุกของกล้วย สามารถแบ่งเป็นระยะหลังจากตัดมาบ่มได้ดังนี้

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก
ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิดๆ
ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองมากขึ้นแต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง
ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว
ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ปลายยังเป็นสีเขียว
ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม)

ระยะที่ 8 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (เนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่นแรง) (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2558 และ จิรา ณ หนองคาย, 2531)

2.5 พฤกษศาสตร์ของสมุนไพร

ขมิ้นชัน (Curcuma) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Curcuma longa* Linn.) อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ลักษณะทั่วไป ขมิ้นชันเป็นพืชล้มลุกที่มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เนื้อในของเหง้ามีสีเหลืองเข้มอมส้ม มีกลิ่นเฉพาะตัว ดอกออกเป็นช่อ มีก้านดอกแทงขึ้นมาจากเหง้า ดอกสีขาวอมเหลือง มีใบประดับสีเขียวอ่อน ๆ หรือสีขาว สารสำคัญที่อยู่ในขมิ้นชันคือ สารสีเหลืองส้ม เคอร์คูมิน (Curcumin) ซึ่งทำให้ขมิ้นมีสีเหลือง มีอยู่ประมาณร้อยละ 1.8-5.4 มีการศึกษาผลของสารสกัดจากพืช ต่อการเกิดโรคแอนแทรคโนสมะม่วงจาก *Colletotrichum gloeosporioides* Penz พบว่าสกัดจากพืชที่ทดสอบกับการงอกของ*เชื้อ C. gloeosporioides* การงอกของ*เชื้อ C. gloeosporioides* ถูกยับยั้งอย่างสมบูรณ์ในสารสกัดขมิ้น *Curcuma ionga* (ใบและเหง้า), ดาวเรือง*Tagetes erecta* (ใบ) และขิง *Zingiber officinales* (เหง้า) (วันดี กฤษณพันธ์, 2538 และImtiaj A. et al., 2005)

ไพล มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Zingiber cassumunar* Roxb.) อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ลักษณะทั่วไป ไพลเป็นพืชล้มลุกที่มีเหง้าอยู่ใต้ดิน เหง้ามีขนาดใหญ่ เนื้อในเหง้ามีสีเหลือง มีกลิ่นเฉพาะตัว ใบเรียวยาวปลายแหลม ออกสลับกัน ออกดอกออกเป็นช่อรูปกรวย มีก้านดอกแทงขึ้นมาจากเหง้า ในฤดูหนาวและฤดูร้อนต้นบนดินจะตาย และจะงอกใหม่ในฤดูฝน สาระสำคัญที่อยู่ในไพลคือ สารสีเหลืองชื่อเคอร์คูมิน (Curcumin) ซึ่งทำให้ไพลมีสีเหลือง (วันดี กฤษณพันธ์, 2538) มีการศึกษาผลของสารเคลือบผิวกินโดยใช้สารสกัดจากไพล ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงสด พบว่าสามารถลดการสูญเสียของน้ำหนักการชะลอต่อการเปลี่ยนแปลงสีภายนอกและลดความรุนแรงของโรคของมะม่วงสดลง ซึ่งสารสกัดจากไพลสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงได้

มังคุด (Mangosteen) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Garcinia mangostana* Linn.) ลักษณะทั่วไปของมังคุด เป็นไม้ยืนต้น ที่สูงประมาณ 7- 12 เมตร ใบออกเป็นคู่ตรงข้ามกัน รูปไข่ ปลายใบแหลม ดอกเพศผู้ และเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน ผล กลมแบนเล็กน้อย ก้านผลสั้น มีกลีบรองดอกซึ่งกลายเป็นจุกผลติดอยู่ที่ขั้ว ผลสุกมีสีม่วงอมน้ำตาล เปลือกหนา เปลือกมังคุดมีสาระสำคัญชื่อว่าแทนนิน Tannins ซึ่งได้มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุด สามารถยับยั้งเส้นใยของเชื้อรา C.*gloeosporioides* (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, 2530 และนิภาดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสมทอง และคณะ, 2554)

อบเชย (Cinnamon) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า (*Cinnamomun spp.*) อยู่ในวงศ์ Lauraceae ส่วนที่นำมาใช้ คือเปลือกต้นด้านใน อบเชยเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ กลีบดอกสีเหลืองมีกลิ่นหอม ผลมีลักษณะเปลือกนิ่มสีดำ รูปไข่ มีการทำการศึกษาและประเมินผลการกำจัดเชื้อราของสารสกัดหยาบอบเชย lipophillic phase จากเปลือกของต้นอบเชยไทย (*Cinnamomum aromaticum*) เปลือกต้นอบเชยเทศ (C. *zeylanicum*) เปลือกต้นอบเชยญวน (C. *loureirii*) เปลือกต้นและใบเชียด (C. *iners*) และเปลือกต้นและใบจวง (C. *porrectum*) ต่อการเจริญของ *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนส และ *Botryodiplodia theobromae* สาเหตุโรคขั้วผลเน่าของมะม่วง พบว่าสารสกัดหยาบเปลือกอบเชยญวนสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Cladosporium* sp.ได้ (เนตรนภิส เขียวขำ และคณะ, 2552 และรุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540)

2.6 ไคโตซาน (Chitosan)

ไคโตซาน (Chitosan) เป็นอนุพันธ์ของไคติน (Chitin) ที่ได้จากการดึงเอาหมู่อะซิทิล (Acetyl Group) ของไคตินออกไป โดยปฏิกิริยาที่เรียกว่า Deacetylation ทำให้โครงสร้างของไคตินที่เป็น N-Acetylglucosamine กลายเป็น Glucosamine ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ Active พร้อมจะทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน ปัจจุบันมีทดสอบผลของการใช้ไคโตซานร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ ต่อการหลุดร่วงของผลกล้วยหอมทองระหว่างการสุก โดยพบว่าแคลเซียมและไคโตซานให้ผลในทางที่ดีทั้งต่อการสุก และการหลุดร่วงของผล และทำให้ผลกล้วยมีแรงต้านการหลุดร่วง อีกทั้งผลกล้วยที่ได้รับแคลเซียมและไคโตซานทุกสิ่งทดลองมีการสุกเป็นปกติ แคลเซียมผสมกับไคโตซานมีผลต่อการหลุดร่วงของผลกล้วยหอมขึ้นอยู่กับระยะการสุก และการหลุดร่วงที่เกิดจากเนื้อเยื่อ และยังมีการศึกษาถึงไคโตซานและน้ำปูนใสต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะละกอ โดยพบว่ามะละกอมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมะละกอสดที่แช่น้ำปูนใส และไคโตซาน มีอายุการเก็บรักษายาวนานมากที่สุดคือ 21 วัน และมีคุณสมบัติทางกายภาพสีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ และมีการศึกษาถึงผลของไคโตซานในการควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum musae* ที่ทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนสในกล้วย พบว่าการเคลือบผิวกล้วยด้วยไคโตซานสามารถควบคุมการเกิดโรคแอนแทรคโนส อีกทั้งยังสามารถชะลอการสุกได้อีกด้วย (ชลิตา หนูไข่ และคณะ, 2559, ธิดา คงทอง, 2552, ละอองศรี ศิริเกสร, 2558 และ Maqbool, M, et al, 2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ไลโปโซม (Liposome)

ไลโปโซม (Liposome)คือ อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่าระดับไมครอน (submicron) มีลักษณะเป็นถุงกลม ๆ ของสารไขมัน โดยสารไขมันเหล่านี้เป็นสารชนิดแอมฟิพาติก (amphipathic) กล่าวคือมีทั้งกลุ่มมีขั้ว (polar) ชอบน้ำและกลุ่มที่ไม่ชอบน้ำในโมเลกุล (hydrophobic) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไขมันประเภท phospholipids ทั้งจากธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น เช่น phosphatidyl-choline (lecithin), phosphatidyl-ethanolamine, phosphatidyl-glycerol และ phosphatidyl-ionositol เป็นต้น เมื่อผสมลงในสารละลายน้ำ โมเลกุลของสารไขมันประเภท phospholipids สามารถจัดเรียงตัวเป็นชั้นสลับกับชั้นโมเลกุลของน้ำในสารละลายน้ำได้ เพราะโครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยทั้งส่วนมีขั้ว (polar) ชอบน้ำ (hydrophilic) และส่วนที่ไม่มีขั้ว (nonpolar) ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) เมื่ออยู่ในน้ำจะจัดเรียงตัวโดยนำส่วนที่มีขั้วหรือมีประจุหันออกหาโมเลกุลน้ำ ในขณะเดียวกันจะเอาส่วนที่ไม่มีขั้วหันเข้าหาส่วนที่ไม่มีขั้วของโมเลกุลพวกเดียวกัน โดยจะอยู่ในลักษณะของการเรียงตัวเป็นแถวของโมเลกุลไขมันซ้อนกันเป็นผนังสองชั้นหรือ lipid bilayer หากลิโพโซมมี lipid bilayer เพียงชั้นเดียว จะจัดเป็นลิโพโซมประเภท unilamellar bilayer vesicles (ULVs) หากลิโพโซมมี lipid bilayer มากกว่าหนึ่งชั้น (โดยมีชั้นของสารละลายน้ำกั้นอยู่ระหว่างผนังสองชั้น) จะจัดเป็นลิโพโซมประเภท multilamellar bilayer vesicles (MLVs) ตัวยาหรือสารสำคัญที่มีคุณสมบัติชอบน้ำจะกักเก็บอยู่ในส่วนของชั้นที่มีขั้ว ส่วนตัวยาหรือสารสำคัญที่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำจะแทรกอยู่ใน lipid bilayer โดยทั่วไปตัวยาหรือสารสำคัญที่มีคุณสมบัติชอบน้ำจะถูกกักเก็บในลิโพโซมได้มากกว่าพวกที่มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (Venugaranti, et. al. 2009 : 26-55) การศึกษาวิจัยของ Suntres (2011 : 1-16) ในการนำส่งด้วยลิโพโซม พบว่าสามารถให้ผลการรักษาที่ดีในภาวะ oxidative stress (ภาวะที่มีอนุมูลอิสระมากมายเสียจนสารต้านอนุมูลอิสระมีไม่เพียงพอและจากสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้เกิดการทำลายดีเอ็นเอ โปรตีน ไขมัน และโมเลกุลขนาดเล็กอื่นๆ) ที่เป็นสาเหตุ เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระเองไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้ม พลาสม่า (plasma membrane) ของเซลล์ได้ มีความคงตัวต่ำและค่าครึ่งชีวิตที่สั้นในพลาสม่า การนำส่งด้วยลิโพโซมจึงเป็นการช่วยนำส่งสารต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นและสามารถให้ผลทั้งในการป้องกันและรักษาภาวะที่เกิดจาก oxidative stress เป็นสาเหตุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรร่วมกับไคโตซานที่มีผลต่ออายุในการเก็บรักษาและคุณภาพของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมหลังการเก็บเกี่ยว โดยงานวิจัยนี้แบ่งการทดลองไว้ 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม

การทดลองที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่มีผลทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

3.1 อุปกรณ์การทดลอง และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.1.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.1.1.3 เครื่องกรองสุญญากาศ

3.1.1.4 เครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary Evaporator)

3.1.1.5 เครื่องวัดสี (colorimeter)

3.1.1.6 เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (firmness tester)

3.1.1.7 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

3.1.1.8 ตู้อบ (hot air oven)

3.1.1.9 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Refractometer)

3.1.1.10 เครื่องวัดความชื้น

3.1.1.11 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าในของเหลว (Electric conductivity meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.12 เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (spectrophotometer)

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 ไคโตซาน

3.1.2.2 เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 95%

3.1.2.3 ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein)

3.1.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N

3.1.2.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.1.2.6 2,2-dipheny-1-picrylhydrazyl radicals (DPPH)

3.1.2.7 สารละลายแมนนิทอล (mannitol)

3.1.2.8 เมทานอล (methanol)

3.1.2.9 กรดเมตาฟอสฟอริก (mata phosphoric acid)

3.1.2.10 อินโดฟีนอล (indophenal)

3.1.2.11 ไทโอยูเรีย (thiourea)

3.1.2.12 2,4-Dinitrophenyl-hydrazine (DNP)

3.1.2.13 สารละลายฟีนอล (Phenol)

3.1.2.13 กรดซัลฟิวริก (Sulfuric)

3.1.2.14 กลูโคส (d-glucose)

3.1.2.15 สารละลายฟีนอล (Phenol)

3.1.2.16 กรดซัลฟิวริก (Sulfuric)

3.1.3 วัตถุดิบ

3.1.3.1 ผลกล้วยในการวิจัยในครั้งนี้ใช้กล้วยทั้งหมด 2 ชนิดได้แก่กล้วยไข่และกล้วยหอมทอง โดยใช้ผลกล้วยที่มีอายุประมาณ 110 วันหลังจากตัดปลี

3.1.3.2 สมุนไพร ในการวิจัยในครั้งที่ใช้สมุนไพรทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน, ไพล, เปลือกมังคุด และอบเชย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเตรียมสารสกัดจากสมุนไพร

ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) นำเหง้าของขมิ้นชันที่ตากแห้งแล้วมาบดละเอียด สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราส่วนเหง้าขมิ้นชัน 1 กรัมต่อเอทิลแอลกอฮอล์95% 2 มิลลิลิตร นาน 7 วัน จากนั้นกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำและนำไประเหยเอทิลแอลกอฮอล์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary Evaporator) คำนวณผลผลิตที่ได้ และนำสารสกัดที่ได้จากการสกัดหยาบไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

ไพล (*Zingiber cassumunar.*) นำเหง้าของไพลที่ตากแห้งแล้วมาบดละเอียด สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราส่วนเหง้าไพล 1 กรัมต่อเอทิลแอลกอฮอล์95% 2 มิลลิลิตร นาน 7 วัน จากนั้นกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำ และนำไประเหยเอทิลแอลกอฮอล์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary Evaporator) คำนวณผลผลิตที่ได้ และนำสารสกัดที่ได้จากการสกัดหยาบไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

เปลือกมังคุด (*Garcinia mangostana L.*) นำเปลือกมังคุดที่ตากแห้งแล้วมาบดละเอียด สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราส่วนเปลือกมังคุด 1 กรัมต่อเอทิลแอลกอฮอล์95% 2 มิลลิลิตร นาน 7 วัน จากนั้นกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำและนำไประเหยเอทิลแอลกอฮอล์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary Evaporator) คำนวณผลผลิตที่ได้ และนำสารสกัดที่ได้จากการสกัดหยาบไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

อบเชย (*Cinnamomum bejolghota.*) นำส่วนเปลือกลำต้นของอบเชยที่ตากแห้งแล้วมาบดละเอียด สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราส่วนเปลือกลำต้นของอบเชย 1 กรัมต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 95% 2 มิลลิลิตร นาน 7 วัน จากนั้นกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำและนำไประเหยเอทิลแอลกอฮอล์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary Evaporator) คำนวณผลผลิตที่ได้ และนำสารสกัดที่ได้จากการสกัดหยาบไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

เมื่อสกัดสมุนไพรแต่ละชนิดเรียบร้อยแล้วนำมาหาค่า %ของผลิตที่ได้โดยคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ผลผลิตที่ได้ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักผลผลิตที่ได้}}{\text{น้ำหนักพืชก่อนสกัด}} \times 100$$

และ หาค่าความชื้นของสารสกัดโดยใช้เครื่องวัดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเตรียมสารไลโปโซม

การเตรียมไลโปโซมประยุกต์มาจาก Azeem (2015 : 055-062) เตรียมเลซิติน 2 กรัมผสมกับสารสกัด และคลอโรฟอร์ม 50 มิลลิลิตร นำไประเหยคลอโรฟอร์มออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ เมื่อเกิดฟิล์มบาง ๆแล้วนำมาเติมด้วยไคโตซาน 2% นำมากวนด้วยเครื่องกวนสารแม่เหล็ก (Magnetic stirrers) ประมาณ 2 ชั่วโมง

3.4 การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม โดยนำผลกล้วยไข่และกล้วยหอมแช่ลงในสารสกัดสมุนไพรแต่ละชนิด และแต่ละความเข้มข้น เป็นเวลา 3 นาที ในการทดลองที่ 1 นี้จะศึกษาในเรื่องของ ลักษณะที่ปรากฏ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก อายุในการเก็บรักษา

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชันที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

โดยวางแผนการทดลองเป็นแบบ (Randomized Complete Block Design : RCBD) ทั้งหมด ประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ คือ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดขมิ้นชัน แบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 = สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 2 = สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 3 = สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 4 = สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 750 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 5 = สารสกัดขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

โดยวางแผนการทดลองเป็นแบบ (Randomized Complete Block Design : RCBD) ทั้งหมด ประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ คือ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดขมิ้นชัน แบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 = สารสกัดไพลที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 2 = สารสกัดไพลที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรีตเมนต์ที่ 3 = สารสกัดไพลที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 4 = สารสกัดไพลที่ระดับความเข้มข้น 750 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 5 = สารสกัดไพลที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดเปลือกมังคุดที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

โดยวางแผนการทดลองเป็นแบบ (Randomized Complete Block Design : RCBD) ทั้งหมด ประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ คือ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดขมิ้นชัน แบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 = สารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 2 = สารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 3 = สารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 4 = สารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 750 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 5 = สารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm

การทดลองที่ 1.4 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

โดยวางแผนการทดลองเป็นแบบ (Randomized Complete Block Design : RCBD) ทั้งหมด ประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ คือ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดขมิ้นชัน แบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 = สารสกัดอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 0 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 2 = สารสกัดอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 3 = สารสกัดอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 4 = สารสกัดอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 750 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 5 = สารสกัดอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดธรรมชาติที่ดีที่สุดในความเข้มเข้นที่เหมาะสม และไลโปโซมไคโตซานร่ร่วมกับสารสกัดธรรมชาติที่ดีที่สุดในความเข้มเข้นที่เหมาะสมที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง โดยแช่ผลกล้วยไข่และกล้วยหอมลองลงในไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล เป็นเวลา 3 นาที ในการทดลองที่ 2 นี้จะศึกษาในเรื่องของ ลักษณะที่ปรากฏ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก อายุในการเก็บรักษา

โดยวางแผนการทดลองเป็นแบบ (Randomized Complete Block Design : RCBD) ทั้งหมดประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์ ประกอบด้วย 3 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ คือ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดขมิ้นชัน แบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 = ชุดควบคุม

ทรีตเมนต์ที่ 2 = ไคซานควมเข้นข้น 2%

ทรีตเมนต์ที่ 3 = ไคโตซาน 2% ร่วมกับสารสกัดธรรมชาติที่ดีที่สุด

ทรีตเมนต์ที่ 4 = ไลโปโซมไคโตซาน 2% ร่วมกับสารสกัดธรรมชาติที่ดีที่สุด

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่มีผลทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง โดยการทดลองที่ 3 นี้จะทำการแช่ผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองลงในสารลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสม เป็นเวลา 3 นาที โดยศึกษา ปริมาณ TTS (total soluble solid), ปริมาณ TA (tritratable acidity), ปริมาณน้ำตาล, วิตามินซี, ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH และการหาปริมาณแป้ง

โดยศึกษาการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในความเข้มข้นที่เหมาะสมที่มีผลทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ขั้นตอนของการเก็บข้อมูล

ปัจจัยทางกายภาพ

1. เปอร์เซ็นของการสูญเสียน้ำหนักสด (กรัม)
2. สีเปลือกและสีเนื้อ
3. ความผิดปกติในการสุก

ปัจจัยทางเคมี

1. การหาปริมาณการรั่วไหลของประจุ (เปลือก)
2. การหาปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ (malondialdehyde) (เปลือก)
3. ปริมาณ TTS (total soluble solid) (brix)
4. ปริมาณ TA (tritratable acidity) (เปอร์เซ็นต์)
5. วิตามินซี
6. ความแน่นเนื้อ
7. อายุในการเก็บรักษา
8. การต้านอนุมูลอิสระ (DPPH)
9. การหาปริมาณรวมของน้ำตาล (Total Sugar)
10. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (*total phenolic* content)
11. การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน (Ferric reducing antioxidant power (FRAP))
12. การหาปริมาณฟลาโวนอยด์ (Total flavonoid content)

เปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนักสด weight loss (%) คำนวณโดยการชั่งน้ำหนักของกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง ก่อนการเก็บรักษาและหลังจากการเก็บรักษา จากนั้นนำน้ำหนักที่ได้มากคิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสดของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง โดยคำนวณได้ตามสมการดังนี้

$$\text{weight loss (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ total soluble solid (TSS) นำผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองมาคั้นเอาน้ำออก นำมาหยดบนเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Refractometer) แล้วอ่านค่า total soluble solid (TSS) ที่มีหน่วยเป็นbrix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณการรั่วไหลของประจุ นำเปลือกกล้วยมาหั่น ให้ได้ชิ้นเปลือกที่มีขนาดประมาณ 10 มิลลิเมตร จำนวน 10 ชิ้น แล้วเปลือกกล้วยมาล้างด้วยกลั้น นำเปลือกที่ได้ใส่ลงในบีกเกอร์เติมน้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตรตั้งไว้ที่อณุหภูมิห้อง 30 นาที แล้วนำมาวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า จากนั้นนำไปแช่ใน Water bath อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อณุหภูมิห้องแล้ววัดค่าการนำไฟฟ้าอีกครั้งนำค่าการนำไฟฟ้าที่ได้ไปคำนวณหาการรั่วไหลของประจุโดยใช้สูตร

อัตราการรั่วไหลของประจุ (%) = (ค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้อง / ค่าการนำไฟฟ้า 98 องศาเซลเซียส) × 100

ปริมาณความเป็นกรด tritratable acidity (TA) นำผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง มาคั้นเอาน้ำออก จากนั้นนำน้ำคั้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 หยด เพื่อใช้เป็น indicator แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติ โดยที่น้ำคั้นเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูถาวร บันทึกปริมาตรสารละลาย NaOH ที่ใช้เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกรดมาลิกจากสูตรดังนี้

$$\%\text{กรดมาลิก} = \frac{\text{N base} \times \text{ml.base} \times \text{meq.wt. ของกรดมาลิค}}{\text{ml. ของน้ำคั้นที่ใช้}} \times 100$$

โดยที่ N base = normality ของ NaOH

ml. base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไทเทรต

meq.wt. ของกรดมาลิก = 0.67045

การหาวิตามินซี นำตัวอย่างจากเนื้อของกล้วยไข่และกล้วยหอมมา 5 กรัม ใส่สารกรดเมตาฟอสฟอริก (mata phosphoric acid) ปริมาตร 20 mL ปั่นให้ละเอียด จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำตัวอย่างเนื้อของกล้วยไข่และกล้วยหอมที่ได้จากการกรองเสร็จแล้วมา ปริมาตร 0.4 mL และเติมสารอินโดฟีนอล (indophenal) ปริมาตร 0.2 mL เติมไทโอยูเรีย (thiourea) ความเข้มข้น 2% ปริมาตร 0.4 mL และ DNP ความเข้มข้น 2% ปริมาตร 0.2 mL โดยที่ Blank ไม่ต้องเติม DNP ให้เติมในภายหลังการบ่ม เขย่าให้เข้ากัน และนำไปไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง แล้วเติม sulfuric acid ความเข้มข้น 85% ปริมาตร 1 ml ส่วนของ Blank เติม DNP *0.2* ml นำไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ Blank ที่ใช้กรดเมตาฟอสฟอริก ความเข้มข้น 5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง ก่อนการเก็บรักษาและหลังการเก็บรักษา โดยใช้ เครื่องวัดสี colorimeter ที่มีค่าเป็น L* a* b* โดยที่ค่า L* หมายถึง ความสว่าง L* เท่ากับ 0 หมายถึง ค่าความสว่าง และ L* เท่ากับ 100 หมายถึง สีขาว, ค่า a* มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีแดง และค่าเป็นลบ หมายถึง สีเขียว, ค่า b* มีค่าเป็นบวก หมายถึง สีเหลือง และค่าเป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน
สามารถแบ่งด้วยสายตาเป็น 7 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิดๆ

ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองมากขึ้นแต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ปลายยังเป็นสีเขียว

ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)

ระยะที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม)

ระยะที่ 8 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกินไป เนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่น)

ความผิดปกติในการสุก ศึกษาโดยการถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลงในการสุกว่ามีความผิดปกติอย่างไรแล้วนำมาเปรียบเทียบ จากนั้นให้เหตุผล

ความแน่นเนื้อ วัดความแน่นเนื้อของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ texture analyser กดลงบนผิวเปลือกของผลกล้วยไข่และผลกล้วยหอมทอง ลึกลงไป 0.5 เซนติเมตร จำนวน 2 ครั้งบริเวณจุดที่ตรงข้ามกัน อ่านค่าจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมแล้วแปลงค่าความแน่นเนื้อที่ได้เป็นนิวตัน โดยคูณด้วย 9.807

อายุการเก็บรักษา โดยนับจากวันที่เริ่มเก็บรักษาไปจนถึงวันที่ยอมรับผลผลิตไม่ได้ เช่น สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีดำ ผลนิ่ม และลักษณะที่ไม่เป็นที่ยอมรับ

การหาปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ (malondialdehyde) การหาปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ ใช้วิธีของ (Vijayakumar, S. et al, 2008) โดยใช้เนื้อเยื่อกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง 1 g นำไปสกัดด้วย 10% (w/v) 2,4,6-trichoroanisole 5 mL 2 ชั่วโมง นำไปหมุนเหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำส่วนที่ได้มาใส่ในหลอดใหม่ แบ่งสารละลายออกมา 1 mL เติมสารละลาย10% (w/v) 2,4,6-trichoroanisole ที่มีความเข้มข้น 0.5% จำนวน 4 mL ผสมสารทั้งหมดให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือด 30 นาที เมื่อครบ 30 นาทีนำไปแช่ในน้ำแข็งทันที 5 นาทีนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 และ 600 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาการต้านอนุมูลอิสระ DPPH การเตรียม 0.1 mM 2,2-dipheny-1-picrylhydrazyl radicals (DPPH) โดยชั่ง DPPH ปริมาณ 24 mg ละลายใน methanol 95% ปริมาตร 100 mL เป็น stock solution ก่อนใช้นำ stock solution 10 mL เติม methanol 95% ปริมาณ 45 mL เนื้อกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง 3 กรัม เติม methanol 80% ปริมาตร 20 mL ปั่นให้ละเอียดนำไปไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 12,00 rpm อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 20 นาที นำส่วนที่ใส 50ไมโครลิตร ผสมกับสาร DPPH ปริมาณ 2,850 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ในที่มืดนาน 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยหาร้อยละการยับยั้งจาก $(1-(A_{sample}/A_{Blank}))\times 100$

$$\%\ \text{DPPH การยับยั้ง} = \frac{\text{DPPH intial} - \text{DPPH sample}}{\text{DPPH intial}} \times 100$$

การหาปริมาณรวมของน้ำตาล (Total Sugar) เนื้อกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง 5 กรัมมาบดให้ละเอียดด้วย น้ำ 50 ml แล้วปิเปตสารละลายออกมา 1 ml แล้วเติมสารละลายฟีนอล (Phenol) ความเข้มข้น5% ปริมาตร 1 ml เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 3 นาที จากนั้นเติมกรอซัลฟิวริก (Sulfuric)เข้มข้น 98% ปริมาตร 5 ml เขย่าให้เข้ากันทันที เขย่าตั้งทิ้งไว้ 15 นาทีวัดค่าดูดกลืนแสงที่ยาวยาวคลื่น 490 นาโนเมตร โดยที่ Blank เป็นน้ำกลั่น เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าปริมาณกลูโคสมาตรฐานที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.001, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005 ,0.006, 0.007, 0.008, 0.009 และ 0.01 (w/v) และค่าดูดกลืนแสง

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ใช้วิธีการของ (Sulaiman, et al, 2011) สารสกัดผลกล้วย 1 mL เติมสารละลาย 50% Foline-Ciocalteu reagent 1 mL และ สารละลาย Na2CO3 2 mL หลังจากผสมส่วนผสมทั้งหมดแล้วนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 30 นาที หลังจากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 750 nm

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์ (Total flavonoid content) การหาปริมาณฟลาโวนอยด์โดยใช้วิธีของ (Alothman, M., et al, 2009) สารสกัดจากผลกล้วย 1 ml ผสมกับน้ำกลั่น 4 ml เติม 5% NaNO2 0.3 ml หลังจากนั้น 5 นาที เติม 10% AlCl3 0.3 ml หลังจากนั้น 6 นาที เติม 1 M NaOH 2 ml แล้วเติมน้ำกลั่น 2.4 ml แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 510 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน (Ferric reducing antioxidant power (FRAP)) โดยใช้วิธีของ (Shian, T. E., & Abdullah, A., 2012) การเตรียมสารละลายรีเอเจนต์ FRAP 300 mM acetate buffer, pH3.6 (3.1 g sodium acetate trihydrate, 16 ml glacial acid อัตราส่วน 1:1 ในน้ำกลั่น) 10 mM TPTZ (2,4,6-tris (2-pyridyl) -s-triazine) ใน 40 mM HCL และ FeCl3 20 mM • 6H2 O ในอัตราส่วน 10: 1: 1 เพื่อให้น้ำยาทดสอบการทำงาน เพิ่มรีเอเจนต์ FRAP ประมาณ 1 ml ลงในสารสกัดกล้วย 200 µL ทำการทดสอบโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 593 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์

4.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชย ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

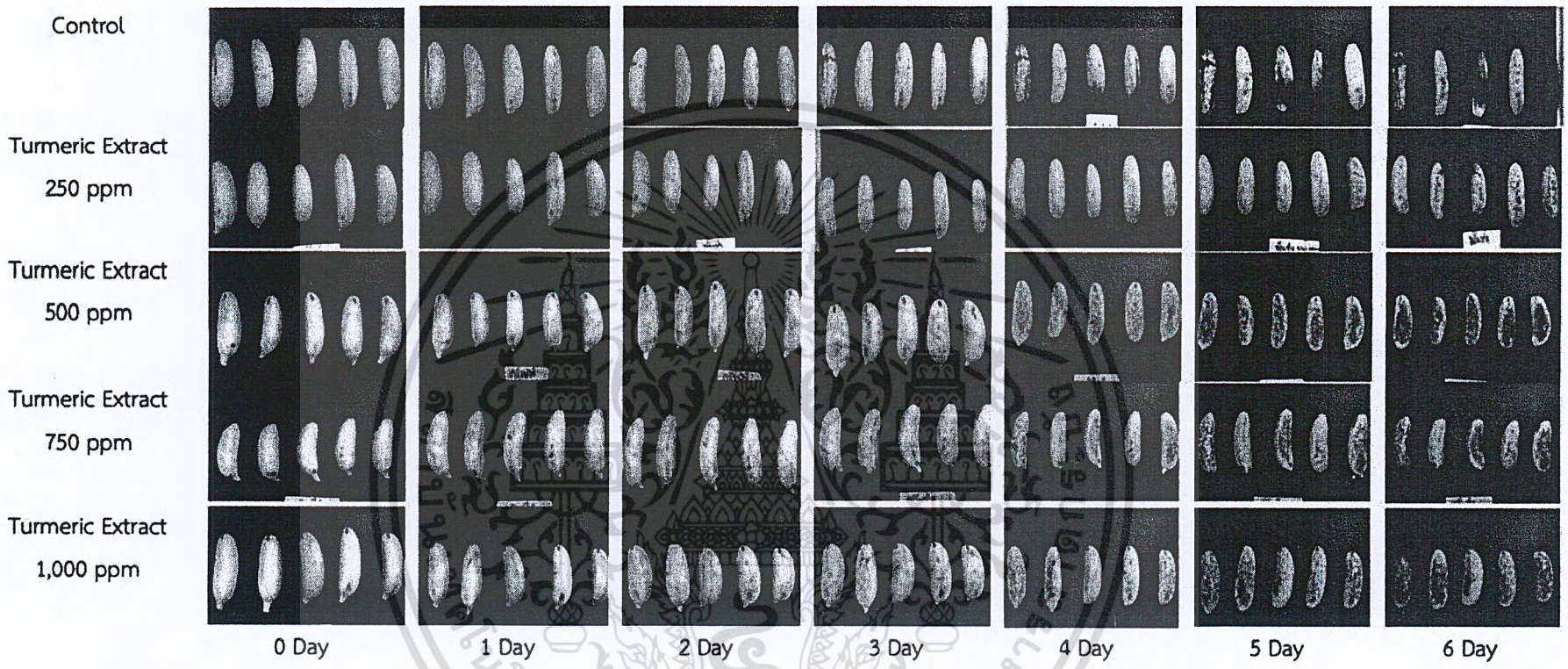
4.1.1 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชันที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

4.1.1.1 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

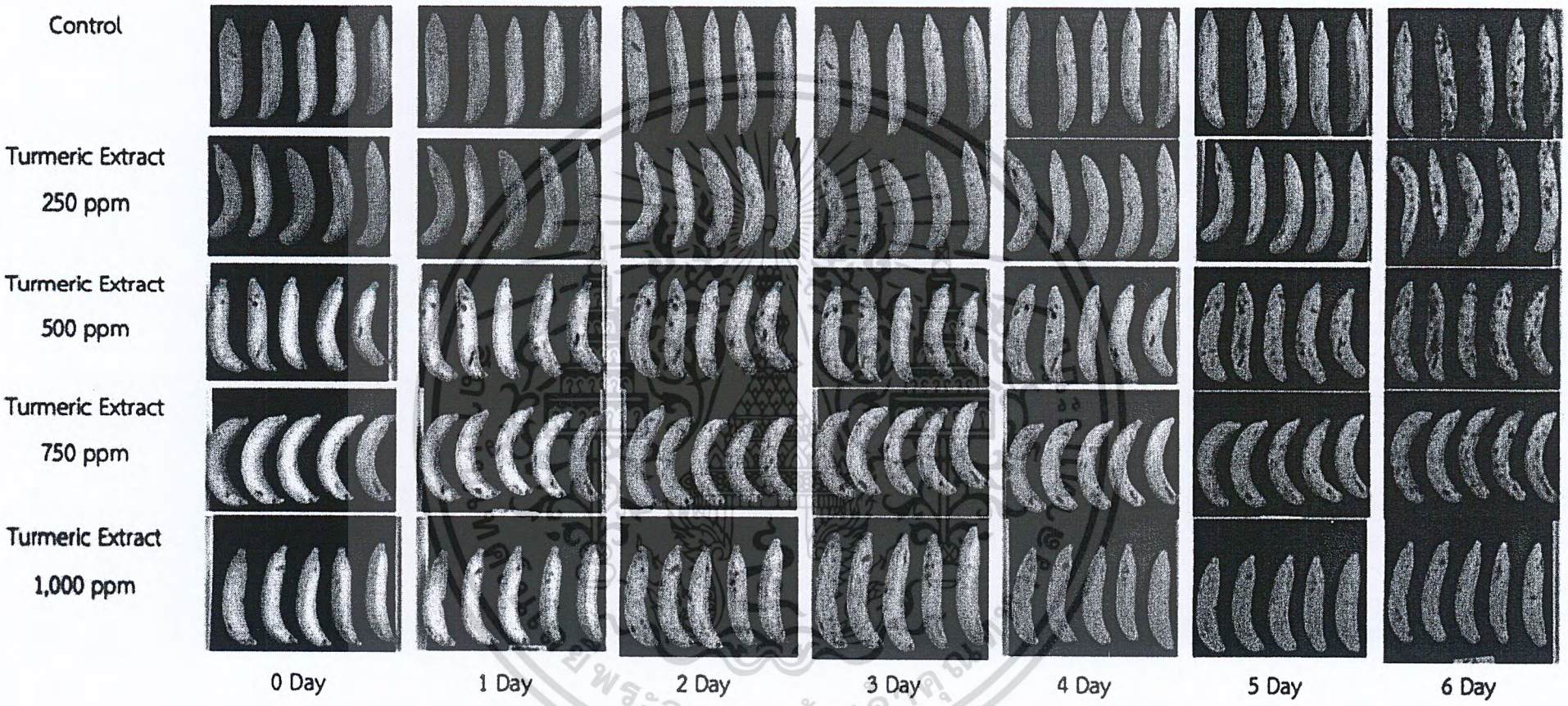
ลักษณะปรากฏของกล้วยไข่ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.1) พบว่าขมิ้นชันที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยไข่ได้มากกว่าขมิ้นชันที่ความเข้ม 250 ppm สังเกตได้จากการตกกระกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มเกิดการตกกระในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา เมื่อเทียบกับกล้วยไข่ในชุดควบคุมและกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันความเข้มข้น 250 ppm พบการตกกระในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในชุดควบคุมเริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา และลักษณะปรากฏของกล้วยหอมทองในระหว่างการเก็บรักษาต่อความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดขมิ้นชันที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) พบว่า กล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.2) พบว่าขมิ้นชันที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยหอมทองได้มากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม สังเกตได้การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกกล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองในชุดควบคุมและกล้วยหอมทองถูกแช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 ppm ลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในกล้วยหอมทองชุดควบคุม

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบขมินชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

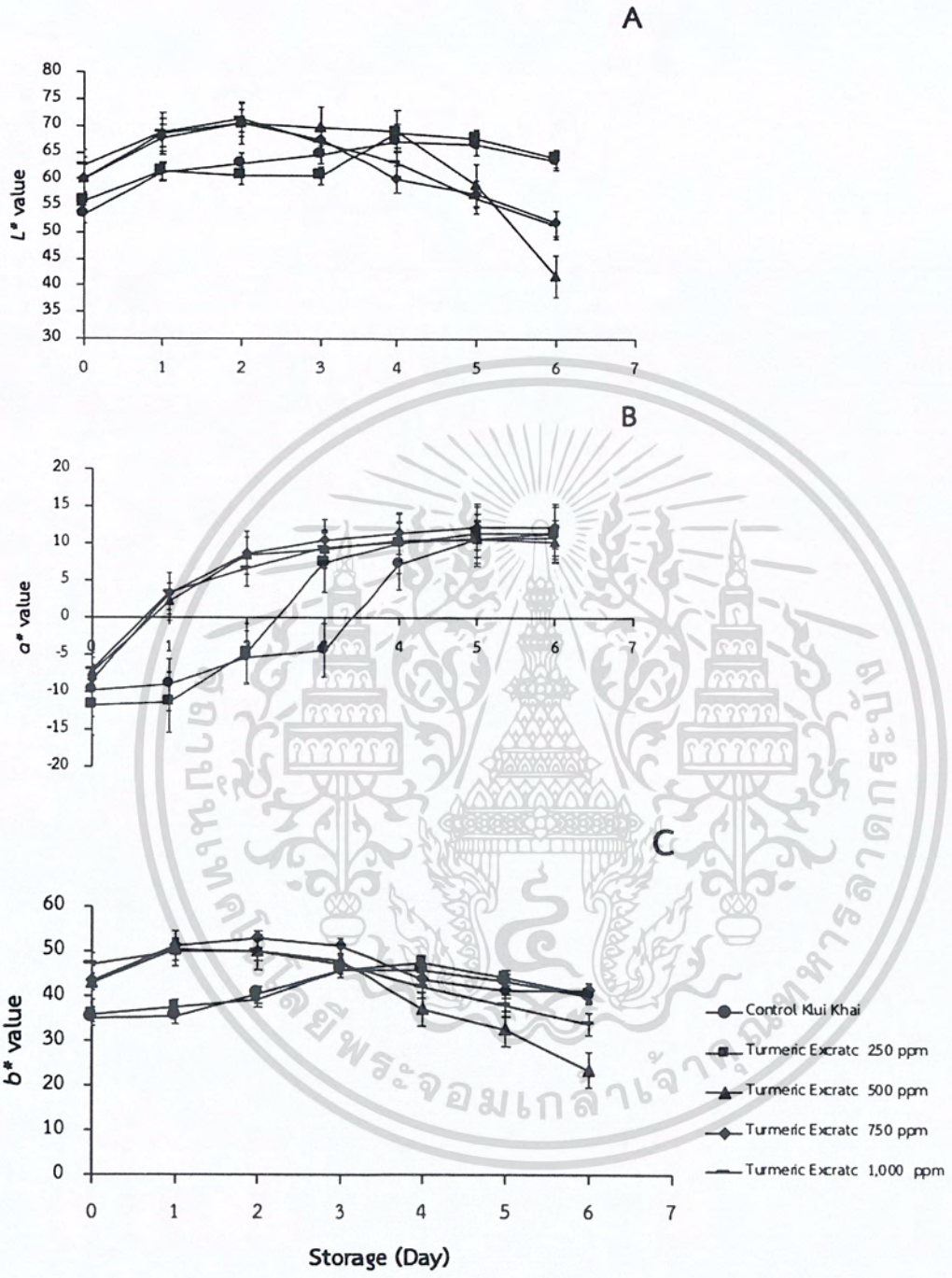


ภาพที่ 4.2 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบขมินชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

4.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

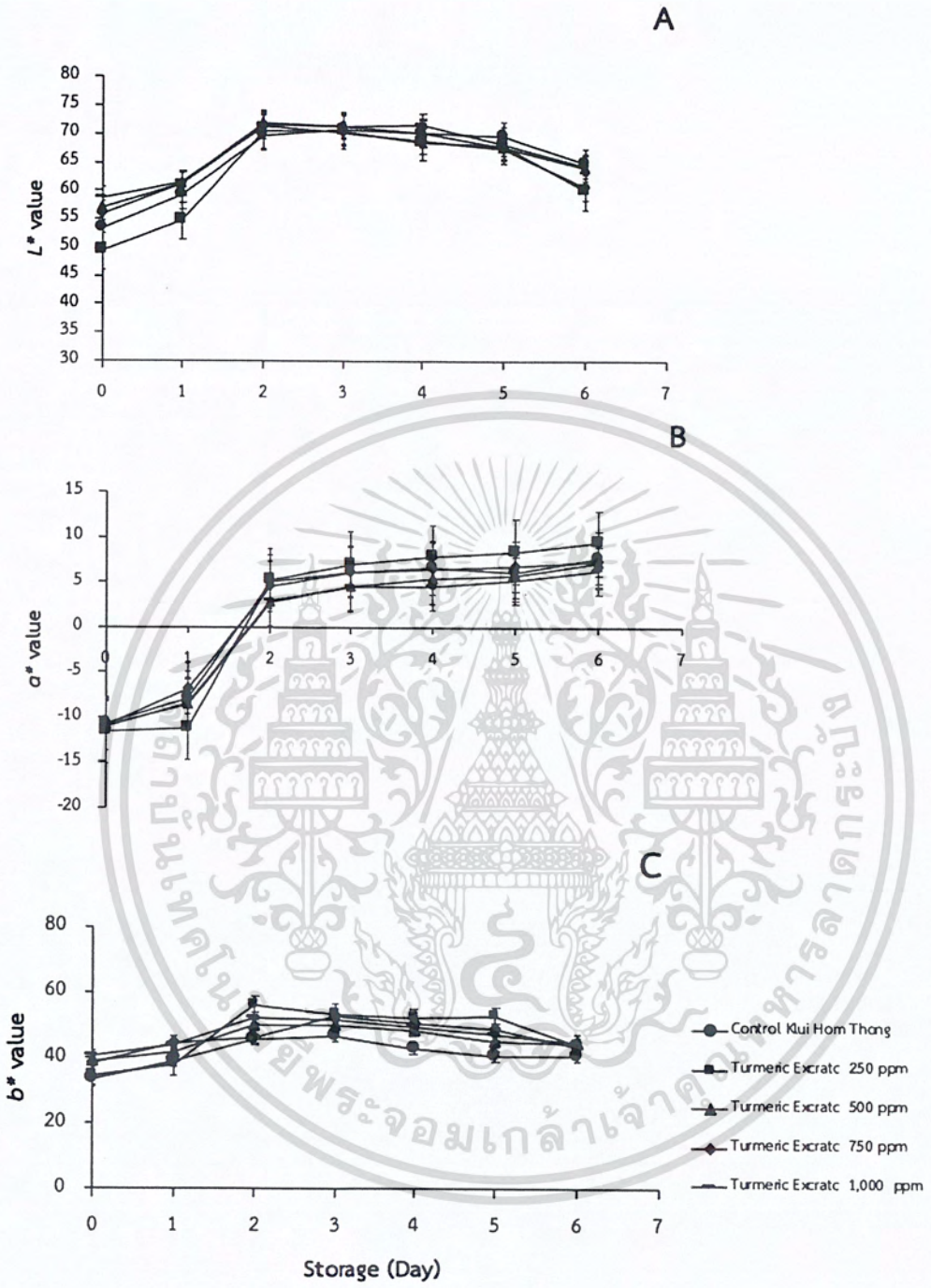
การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ที่มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง จากการศึกษา พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่และกล้วยหอมทองมีค่าสีเปลือกได้แก่ L^* a^* และ b^* เพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา สังเกตได้จากภาพที่ 4.3 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และค่อยๆลดลงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าความสว่างค่อย ๆเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า L^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น, a^* ของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่า a^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่า a^* ค่อย ๆเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า a^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น และ ค่า b^* ของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า b^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น ขณะที่กล้วยหอมใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าสีเหลืองค่อย ๆเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm จากภาพที่ 4.4 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลอง มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา, a^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และ ค่า b^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลอง มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และค่อยๆลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่า L^* a^* และ b^* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบขมิ้นชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบขมิ้นชันความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน

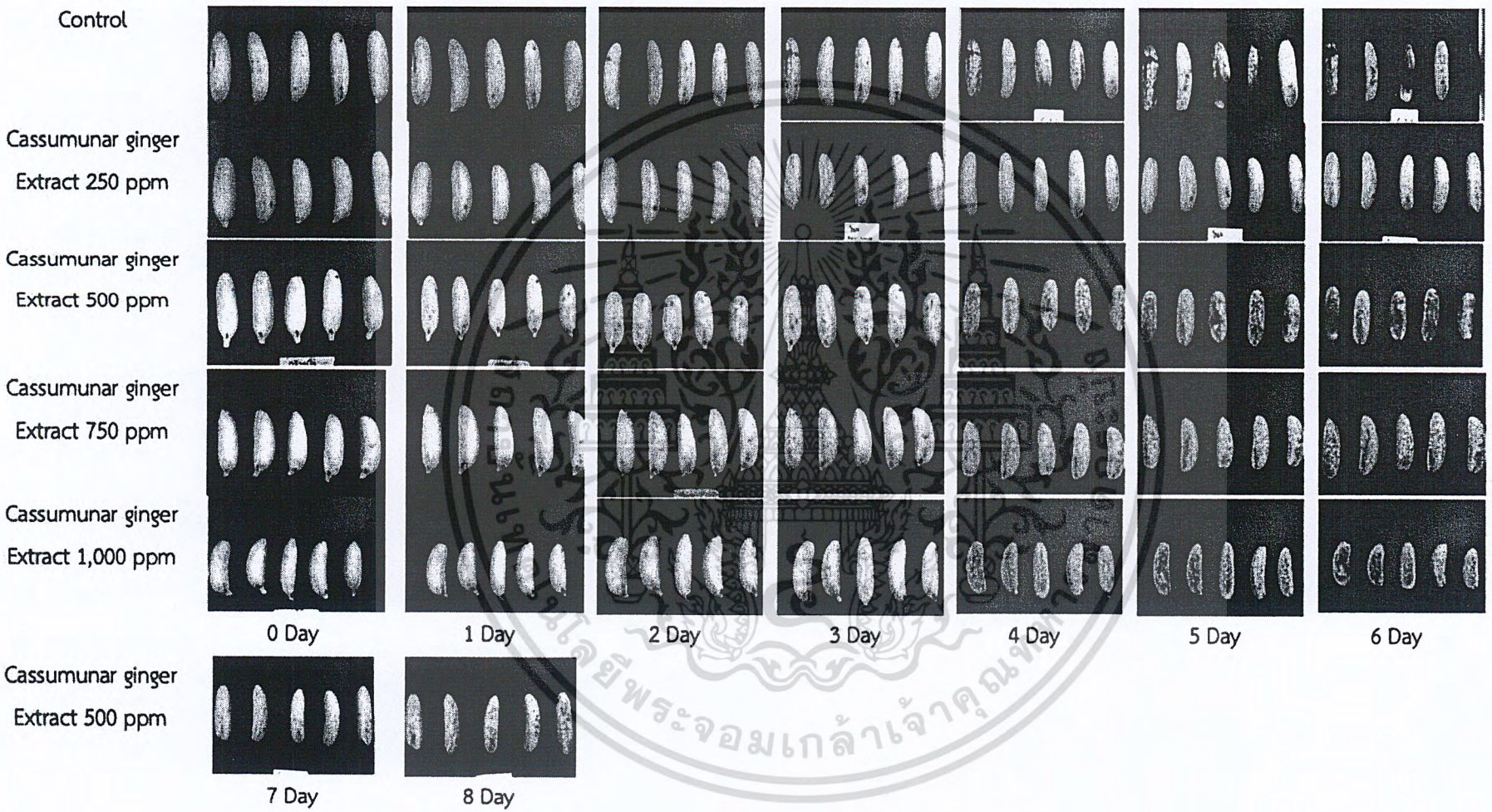
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

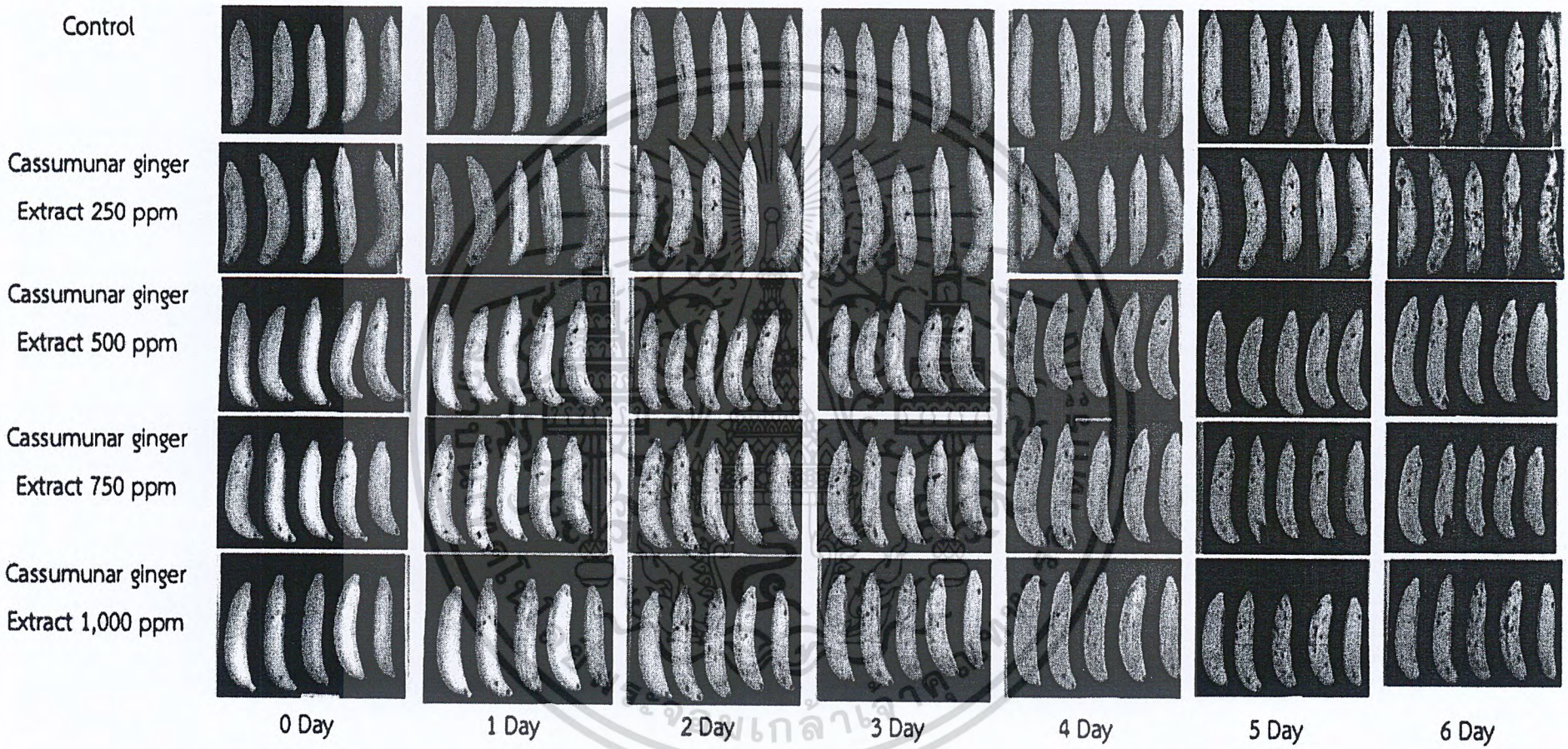
4.1.2.1 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบไพลในความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ที่ มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง จากการศึกษาพบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.5) พบว่าสารสกัดไพลที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยไข่ได้มากกว่าไพลที่ความเข้ม 250 ppm สังเกตได้จากการตกกระกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มเกิดการตกกระในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา เมื่อเทียบกับกล้วยไข่ในชุดควบคุมวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลความเข้มข้น 250 ppm พบการตกกระในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในชุดควบคุมเริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดไพลไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา และลักษณะปรากฏของกล้วยหอมทองในระหว่างการเก็บรักษาต่อความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดไพลที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) พบว่า กล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความ เข้มข้น 500 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.6) พบว่าไพลที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยหอมทองได้มากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม สังเกตได้การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกกล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดไพลความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองในชุดควบคุมและกล้วยหอมทองถูกแช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm ลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในกล้วยหอมทองชุดควบคุม และกล้วยหอมทองถูกแช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm เริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm ไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

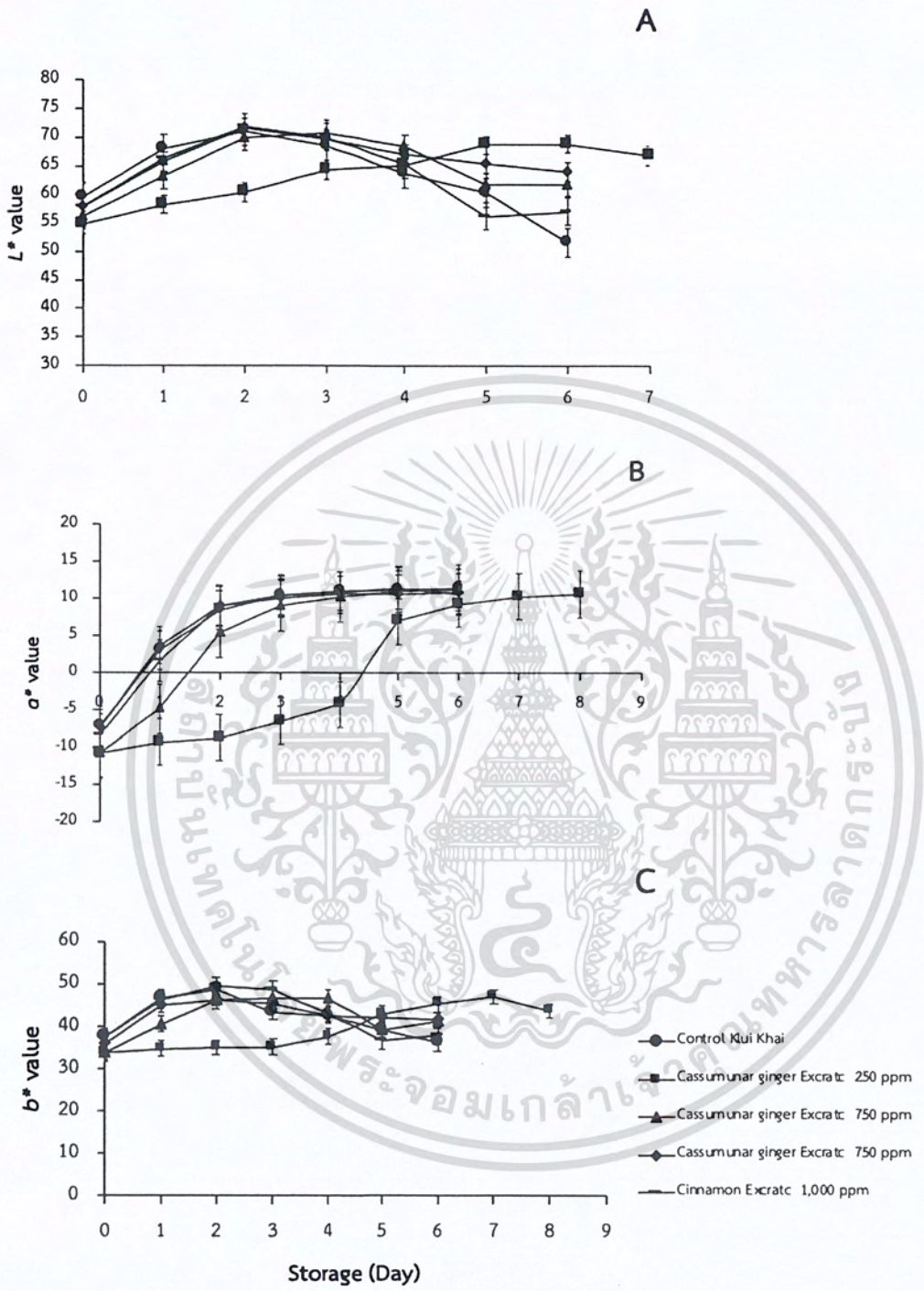


ภาพที่ 4.6 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

4.1.2.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

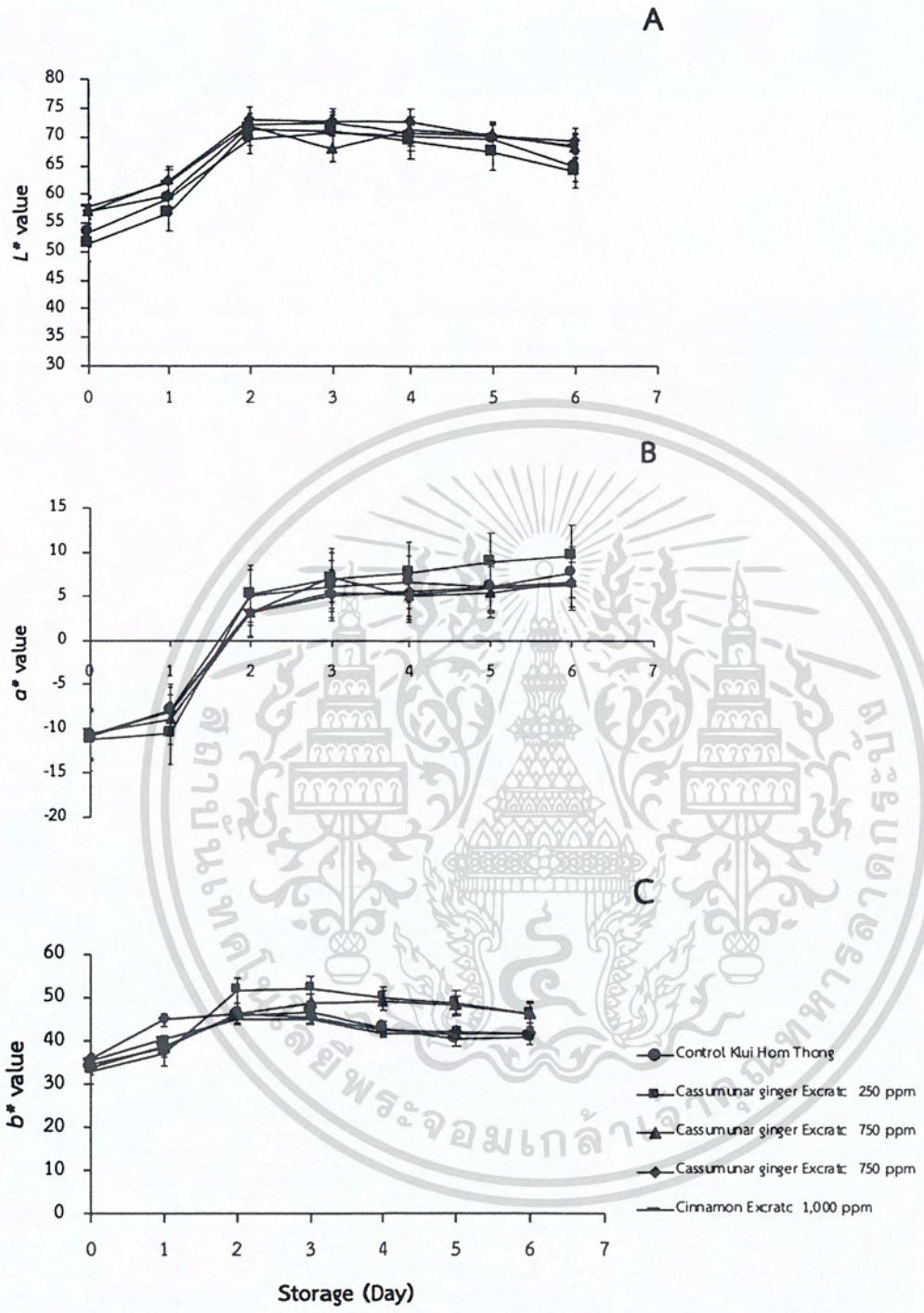
การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ที่มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง จากการศึกษา พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่และกล้วยหอมทองมีค่าสีเปลือกได้แก่ L^* a^* และ b^* เพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา สังเกตได้จากภาพที่ 4.7 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยไข่ในชุดควบคุมและกล้วยไข่ที่ใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และค่อยๆลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าความสว่างค่อย ๆเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า L^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น, a^* ของกล้วยไข่ในชุดควบคุม และกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่า a^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่า a^* ค่อย ๆเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า a^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น และ ค่า b^* ของกล้วยไข่ในชุดควบคุม และกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า b^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น ขณะที่กล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าสีเหลืองค่อย ๆเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm จากภาพที่ 4.8 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลอง มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา, a^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และ ค่า b^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลอง มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และค่อยๆลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่า L^* a^* และ b^* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

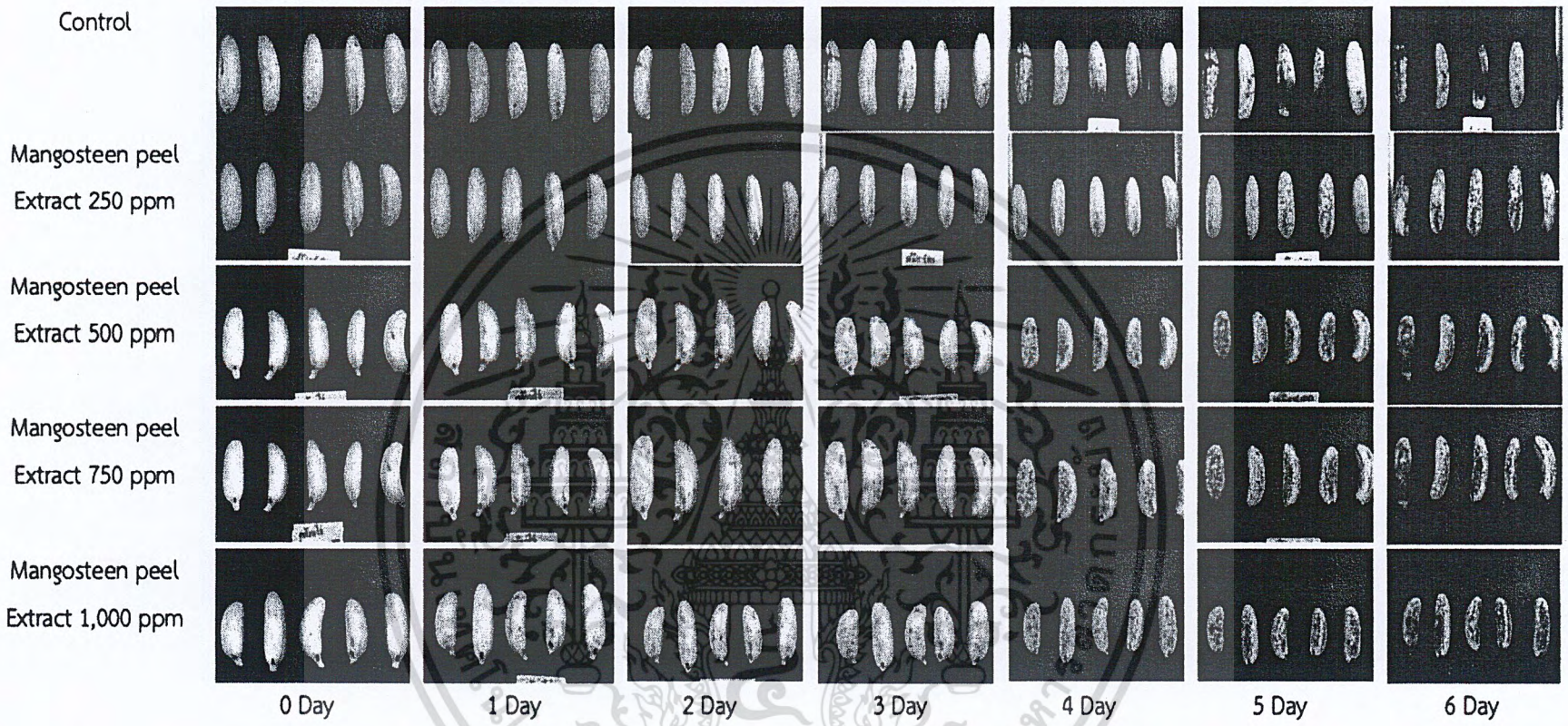
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดเปลือกมังคุดที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บ เกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

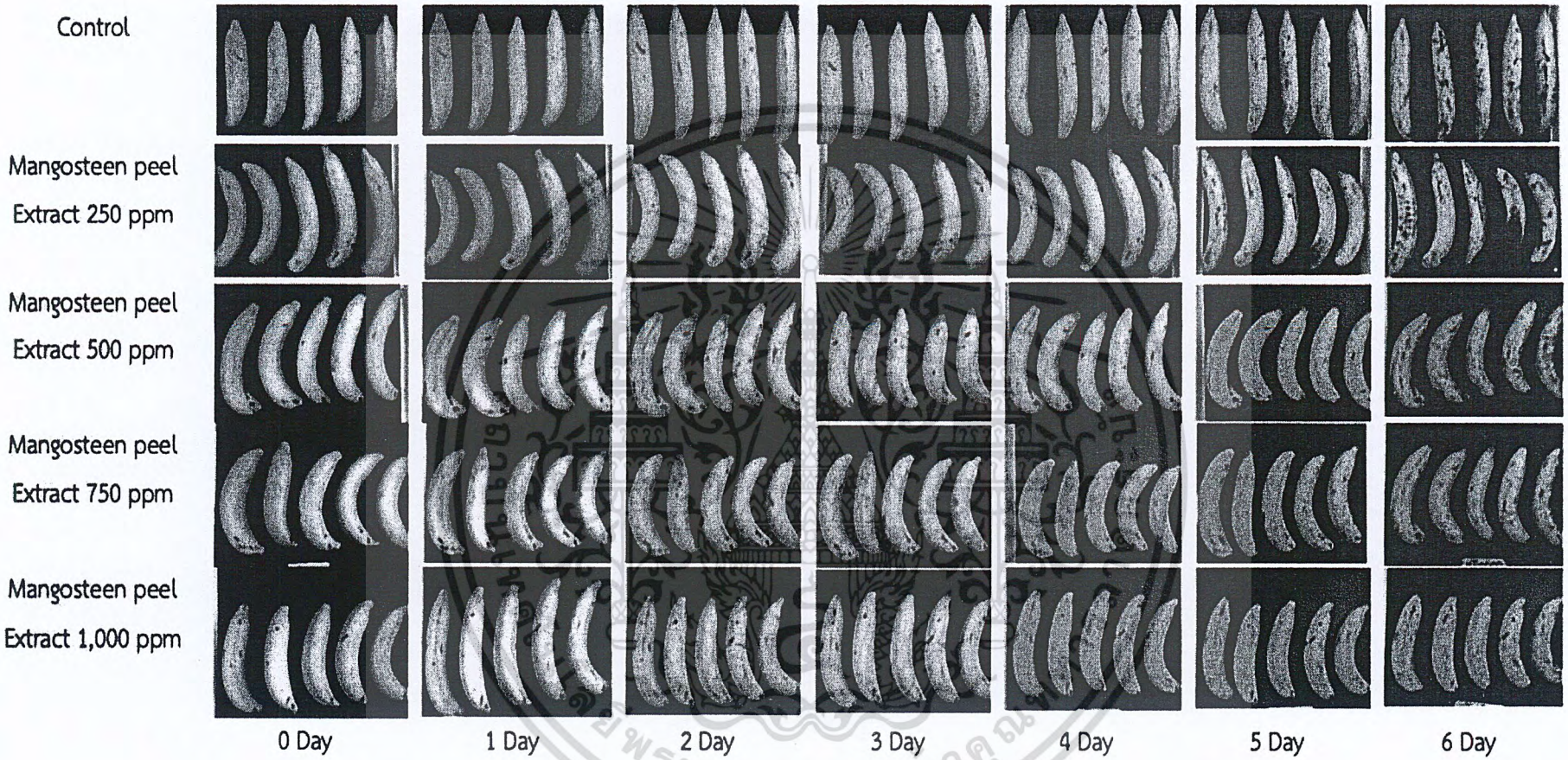
4.1.3.1 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง จากการศึกษา พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่าง การสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.9) พบว่าเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยไข่ได้มากกว่าเปลือกมังคุดที่ความเข้ม 250 ppm สังเกตได้จากการตกกระกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มเกิดการตกกระในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา เมื่อเทียบกับกล้วยไข่ในชุดควบคุมและกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 ppm พบการตกกระในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในชุดควบคุมเริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา และและลักษณะปรากฏของกล้วยหอมทองในระหว่างการเก็บรักษาต่อความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดเปลือกมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) พบว่า กล้วยหอมทองที่ ถูกแช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการสุก น้อยที่สุด (ภาพที่ 4.10) พบว่าเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยหอมทองได้มากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม สังเกตได้การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกกล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองในชุดควบคุมและกล้วยหอมทองถูกแช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm ลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในกล้วยหอมทองชุดควบคุม และกล้วยหอมทองถูกแช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm เริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm ไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

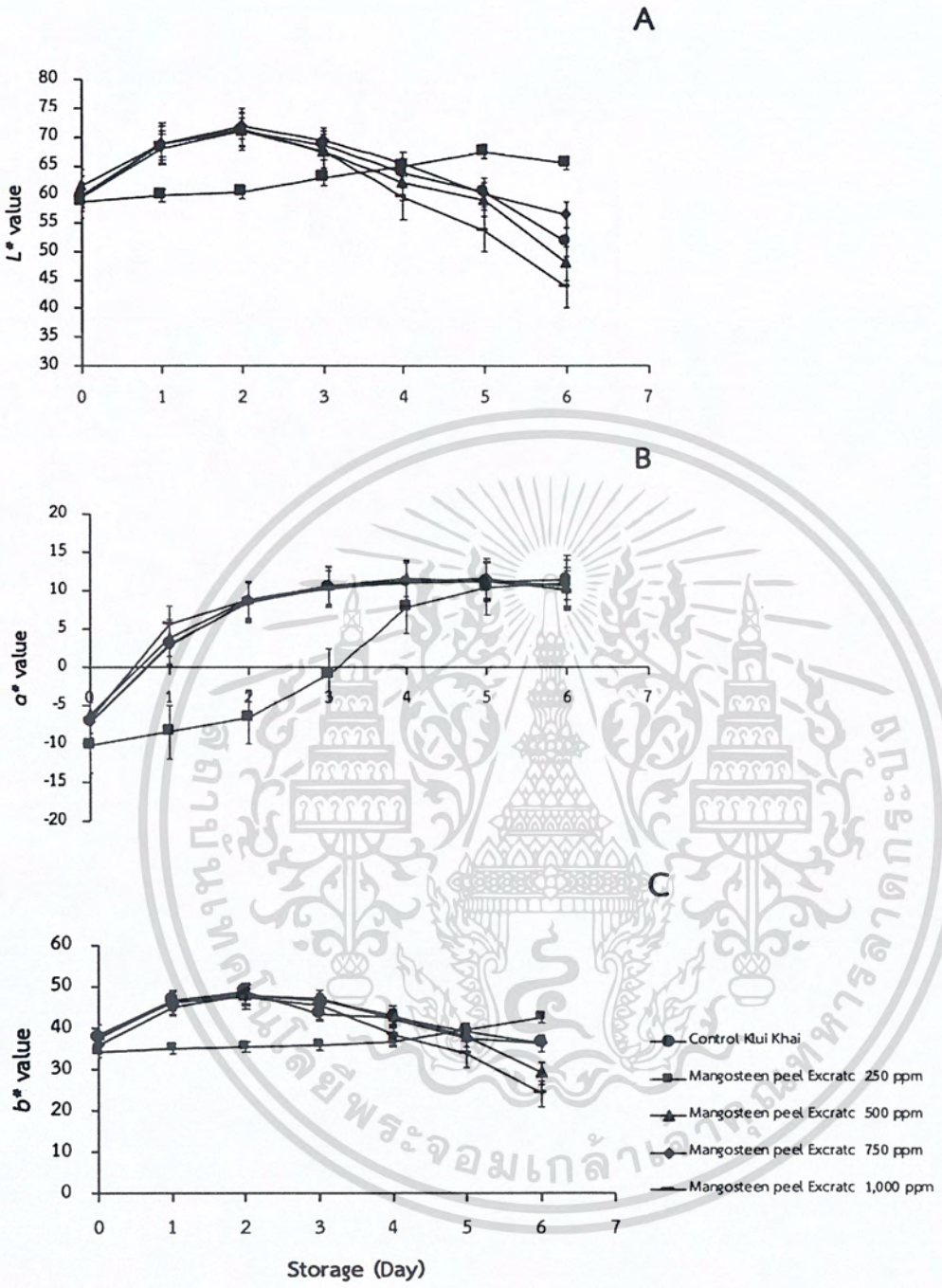


ภาพที่ 4.10 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

4.1.3.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

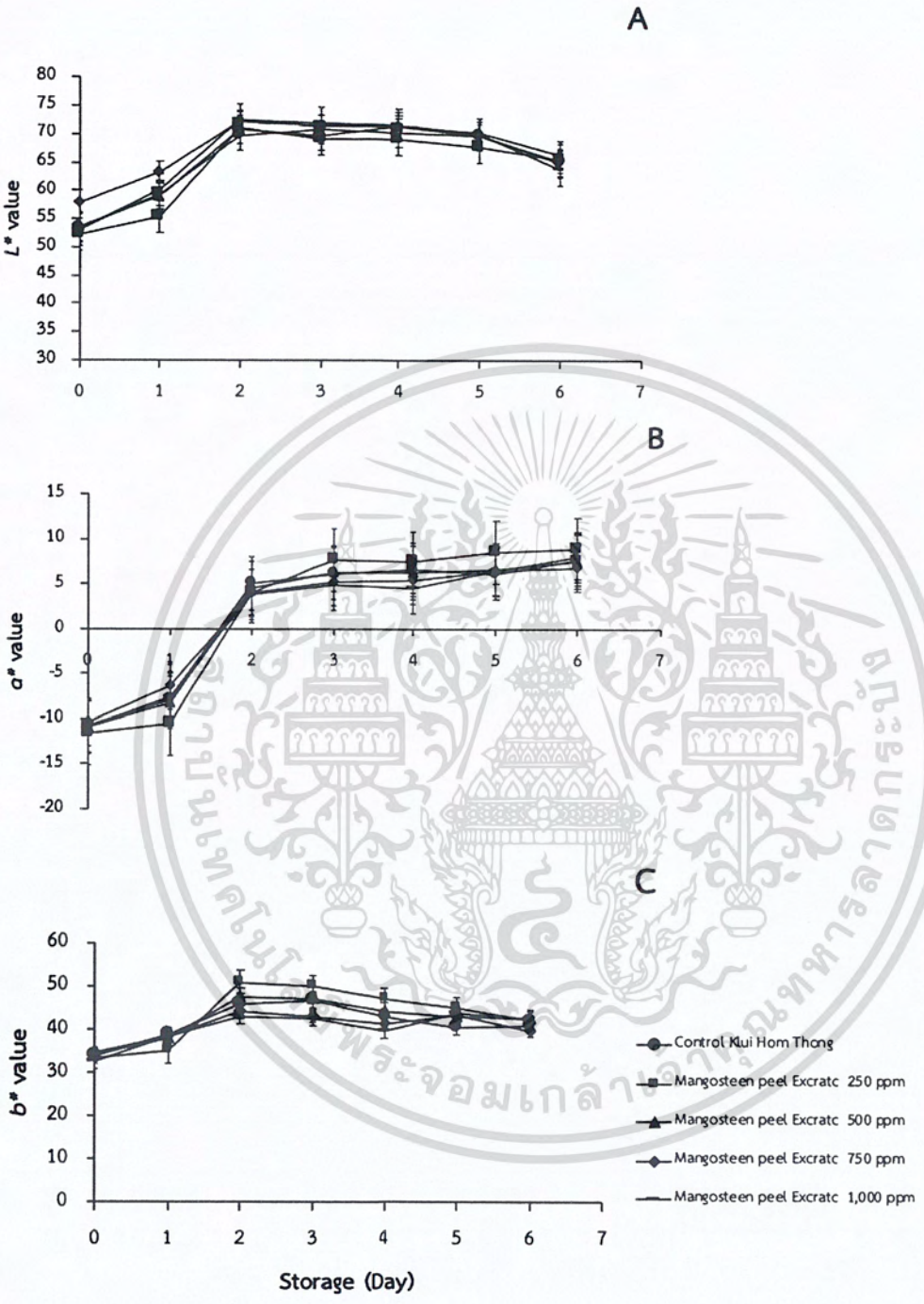
การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ที่มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง จากการศึกษา พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่และกล้วยหอมทองมีค่าสีเปลือกได้แก่ L^* a^* และ b^* เพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา สังเกตได้จากภาพที่ 4.11 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยไข่ชุดควบคุมและกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และค่อยๆลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าความสว่างค่อย ๆเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า L^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น, a^* ของกล้วยไข่ชุดควบคุมและกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่า a^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่า a^* ค่อย ๆเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า a^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น และ ค่า b^* ของกล้วยไข่ชุดควบคุมและกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า b^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น ขณะที่กล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าสีเหลืองค่อย ๆเพิ่มขึ้น ตลอดการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm จากภาพที่ 4.12 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลอง มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา, a^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และ ค่า b^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลอง มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และค่อยๆลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่า L^* a^* และ b^* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

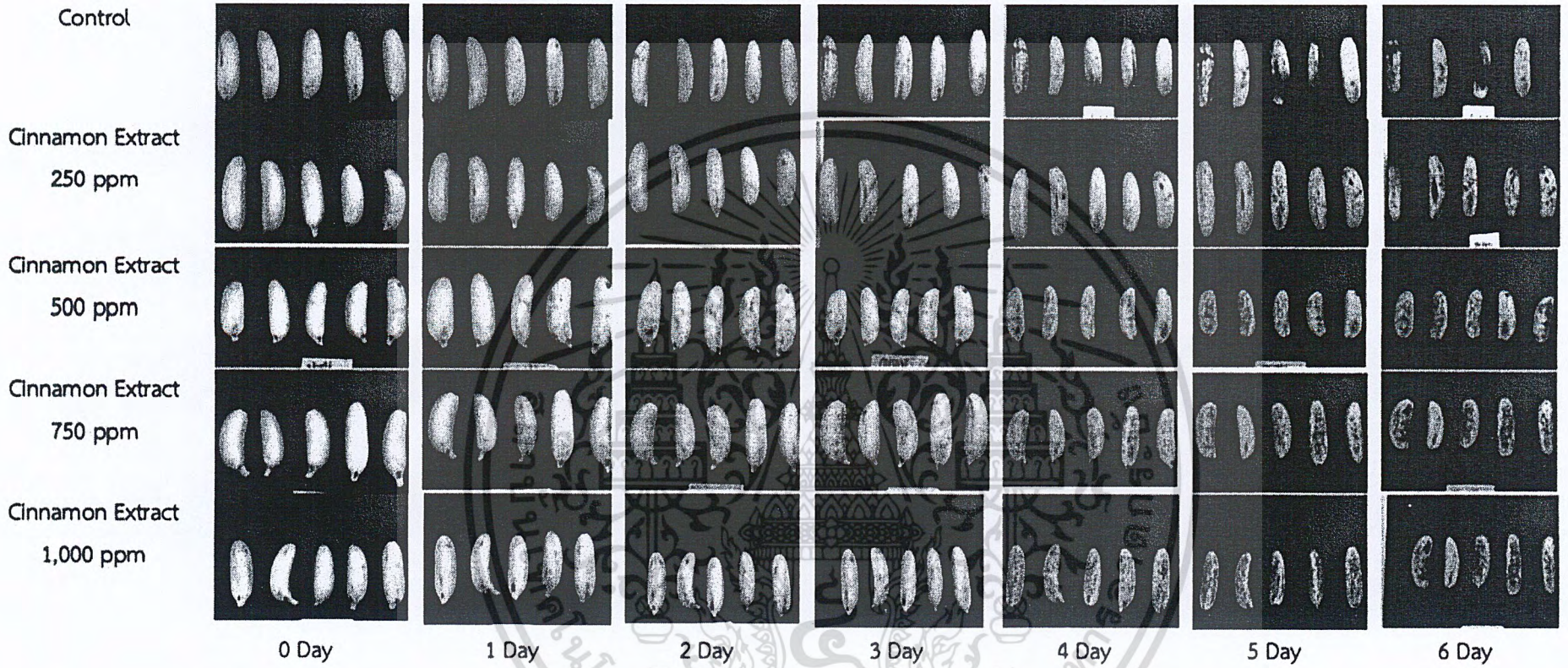
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

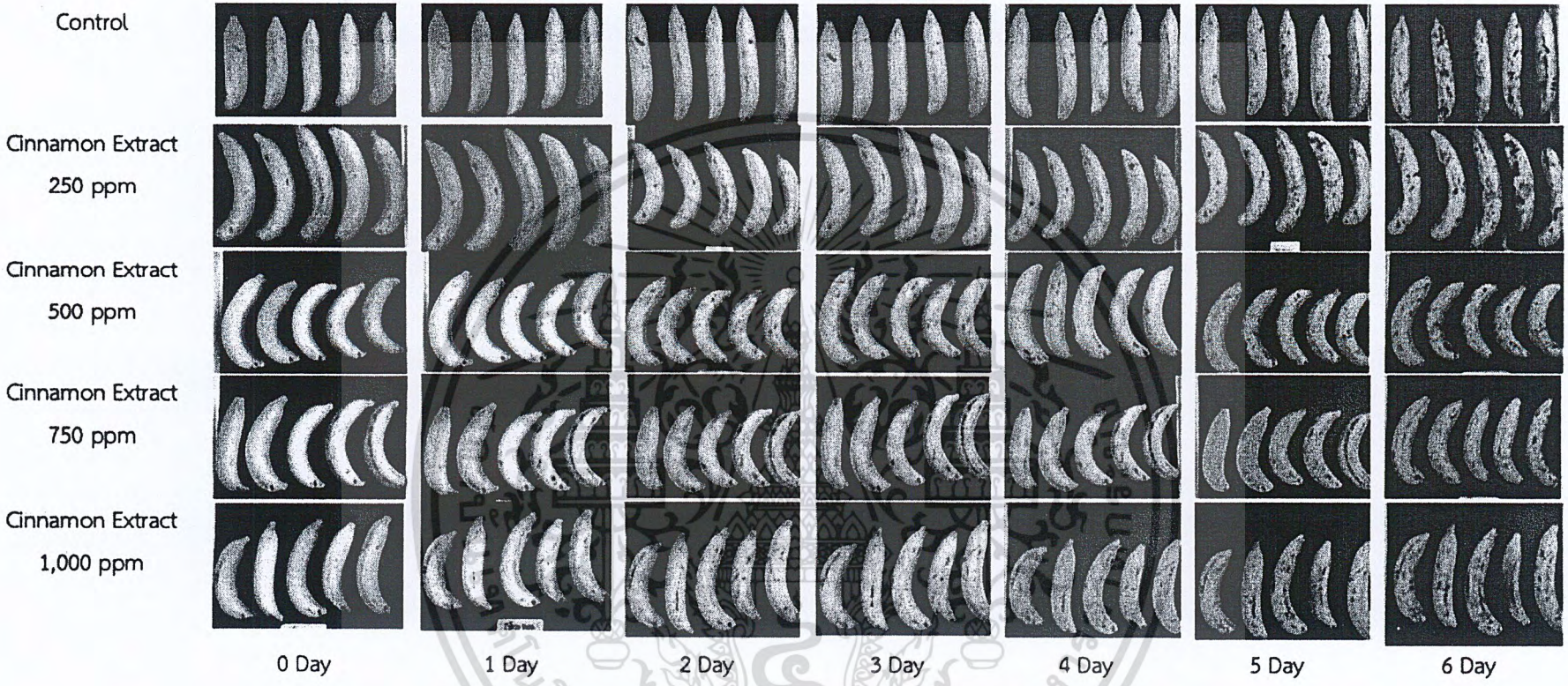
4.1.4.1 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองจากการศึกษา พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.13) พบว่าสารสกัดอบเชยที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยไข่ได้มากกว่าอบเชยที่ความเข้ม 250 ppm สังเกตได้จากการตกกระกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มเกิดการตกกระในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ขณะกล้วยไข่ในชุดควบคุมเกิดการตกกระวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และกล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลความเข้มข้น 250 ppm พบการตกกระในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในชุดควบคุมเริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดอบเชยไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา และลักษณะปรากฏของกล้วยหอมทองในระหว่างการเก็บรักษาต่อความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารสกัดอบเชยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) พบว่า กล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดอบเชยที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.14) พบว่าอบเชยที่ความเข้มข้นสูงมีผลกระตุ้นการสุกของผลกล้วยหอมทองได้มากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม สังเกตได้การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกกล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดอบเชยความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm เริ่มมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 1 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองในชุดควบคุมและกล้วยหอมทองถูกแช่ด้วยสารสกัดอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm ลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งการเกิดโรคที่พบในกล้วยหอมทองชุดควบคุม และกล้วยหอมทองถูกแช่ด้วยสารสกัดอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm เริ่มพบการเกิดโรคในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองที่ถูกแช่ด้วยสารสกัดอบเชยความเข้มข้น 500 750 1,000 ppm ไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

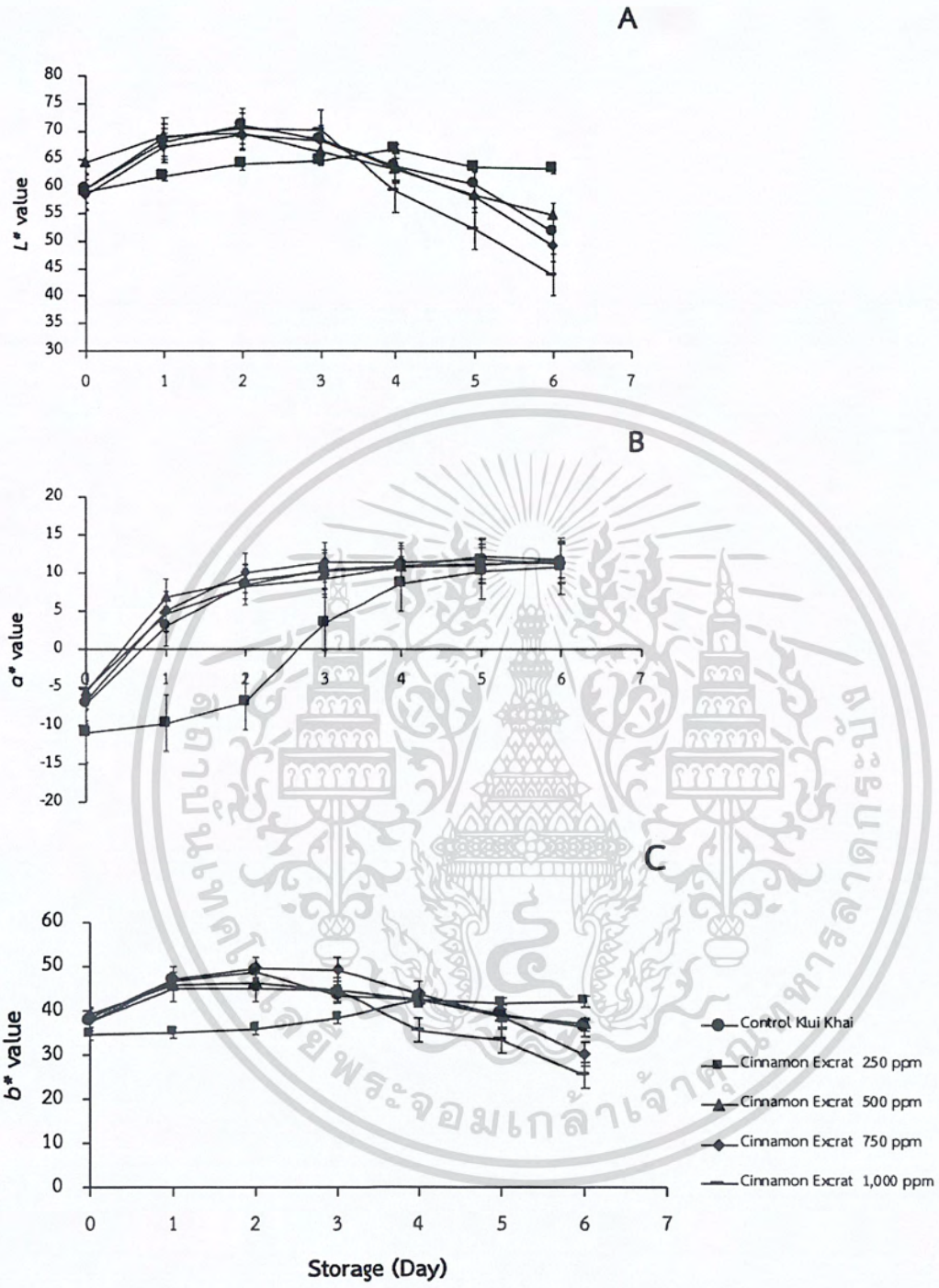


ภาพที่ 4.14 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 6 วัน

4.1.4.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

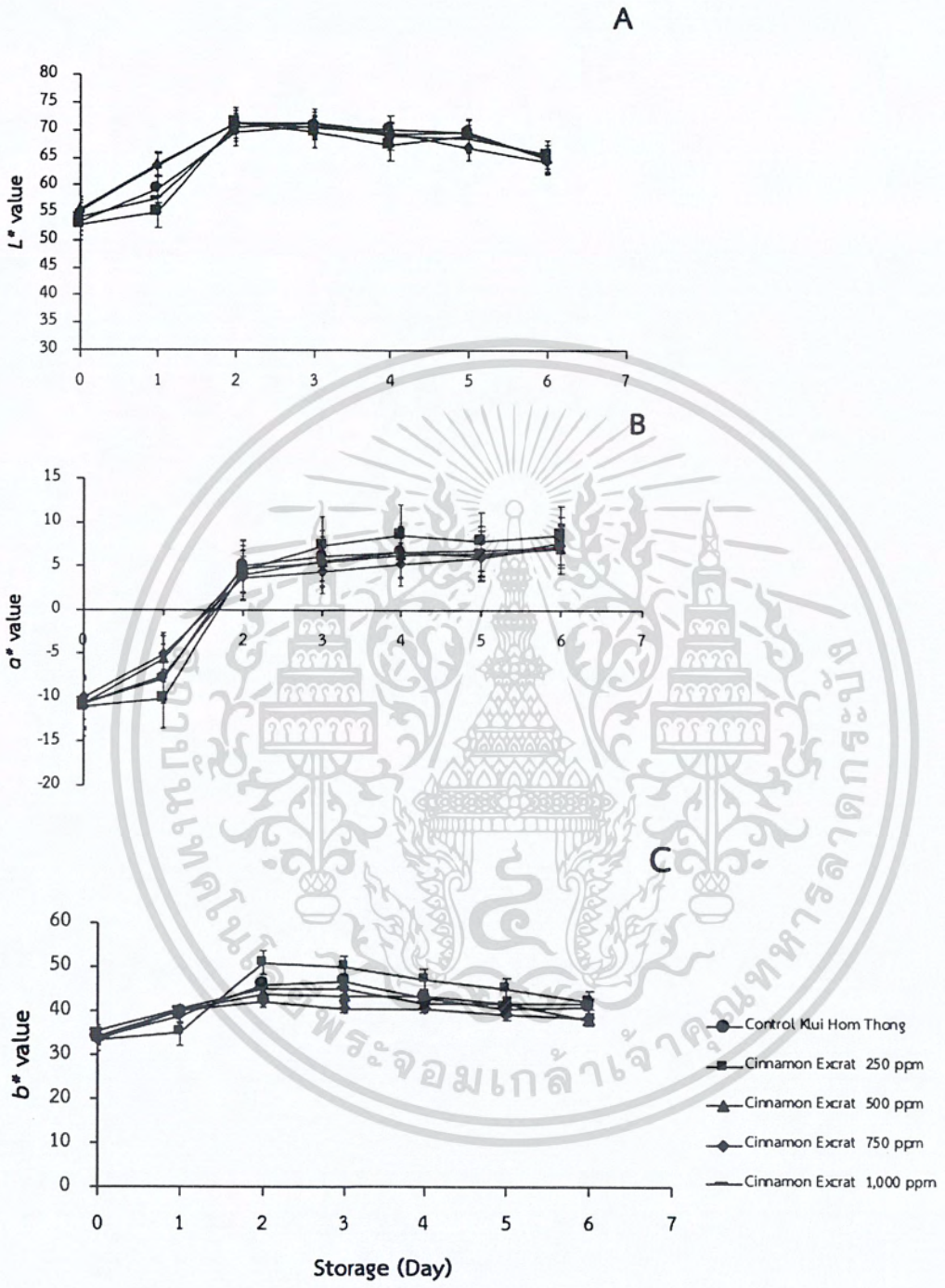
การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ที่มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง จากการศึกษา พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่และกล้วยหอมทองมีค่าสีเปลือกได้แก่ L^* a^* และ b^* เพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา สังเกตได้จากภาพที่ 4.15 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และค่อยๆลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าความสว่างค่อย ๆเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า L^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น, a^* ของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่า a^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ขณะที่กล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่า a^* ค่อย ๆเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า a^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น และ ค่า b^* ของกล้วยไข่ใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 ppm มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยซึ่งมีค่า b^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ไข่ใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm ค่าสีเหลืองค่อย ๆเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm จากภาพที่ 4.16 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น และลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา, a^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และ ค่า b^* ของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลอง มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และค่อยๆลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกของกล้วยหอมทองในทุกชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่า L^* a^* และ b^* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารสกัดหยาบอบเชยความเข้มข้น 250 500 750 และ 1,000 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

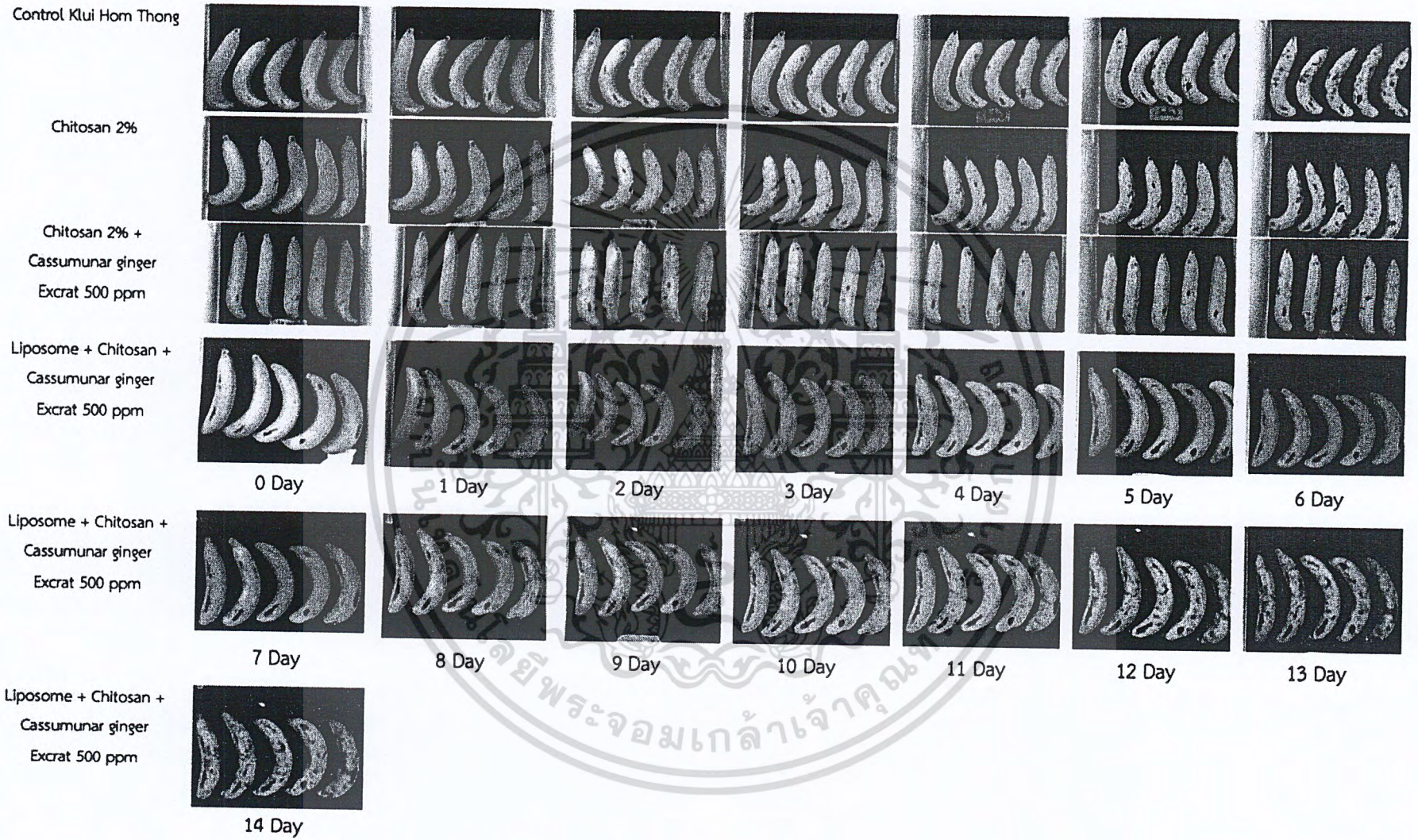
4.2 ผลของศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

4.2.1 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ต่อลักษณะปรากฏของกล้วยไข่ ในระหว่างการเก็บรักษาที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.17) สังเกตได้จากกล้วยไข่ในชุดควบคุม กล้วยไข่ที่ใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm พบอาการตกกระของกล้วยไข่ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm พบอาการตกกระของกล้วยไข่ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และลักษณะปรากฏของกล้วยหอมทองในระหว่างการเก็บรักษาต่อการใช้ไคโตซาน ไคโตซาน ร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง พบว่า กล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกระหว่างการสุกน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.18) สังเกตได้จากกล้วยหอมทองที่ใช้ไคโตซาน และไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.17 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยไข่ที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

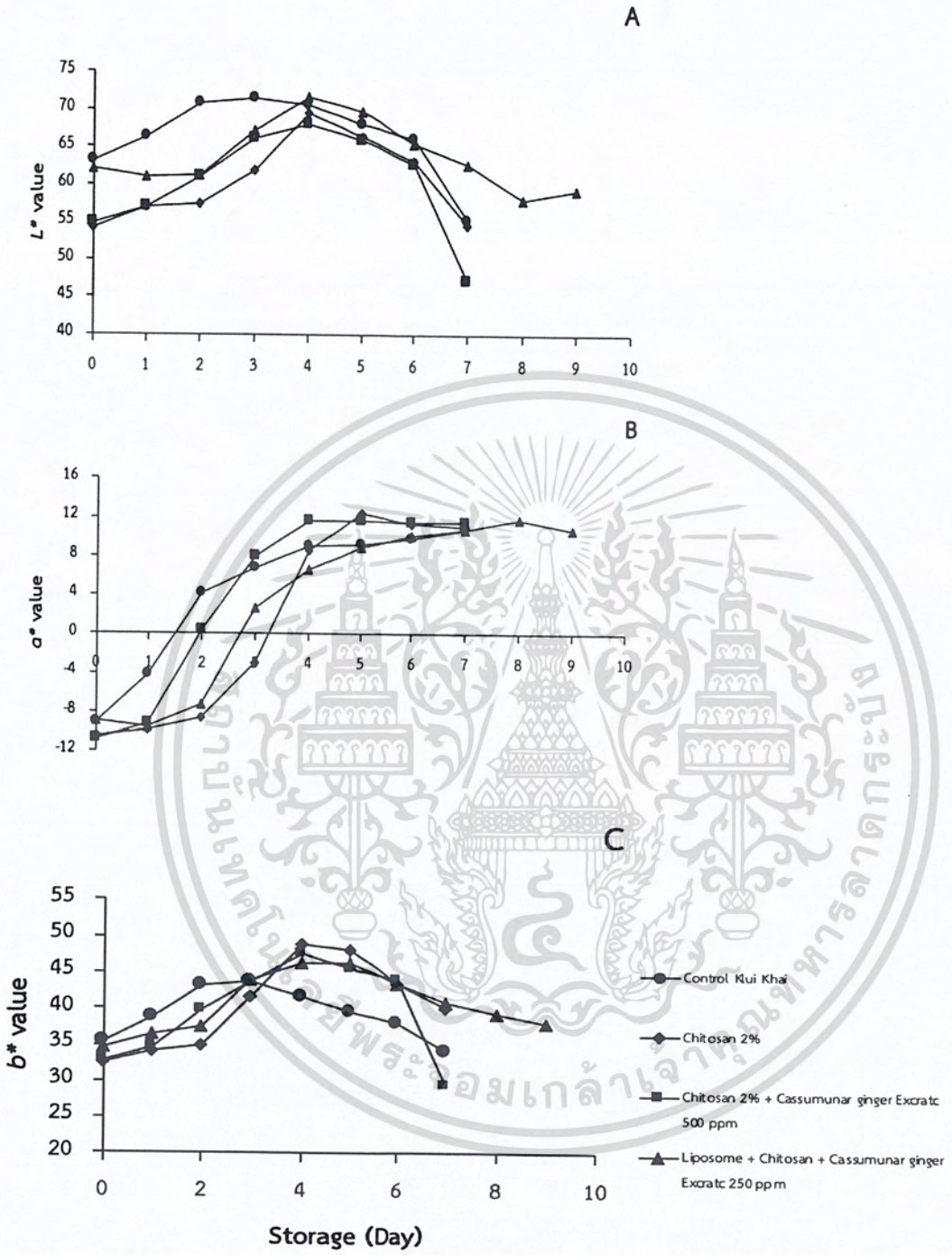


ภาพที่ 4.18 ลักษณะปรากฏของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

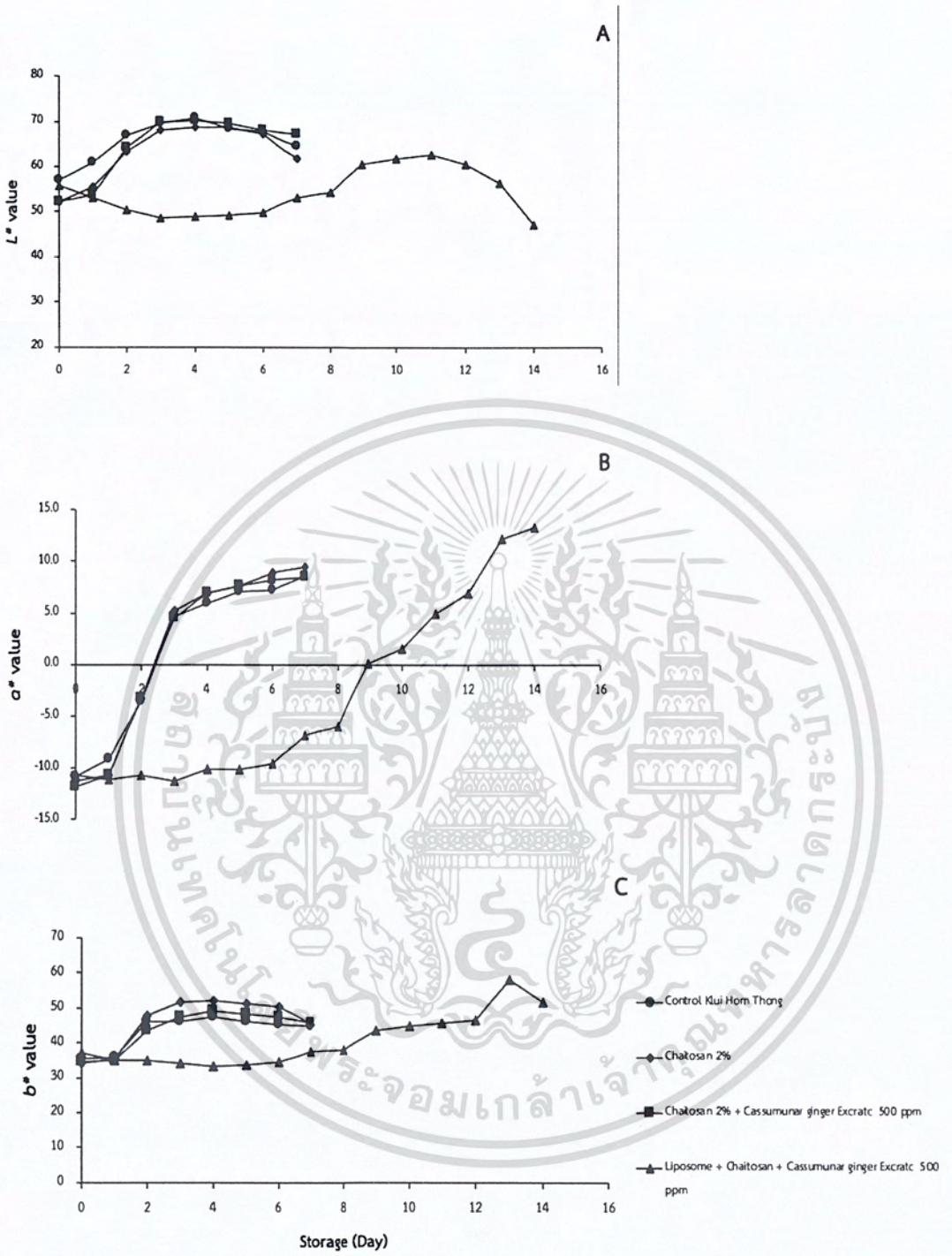
การศึกษาประสิทธิภาพของการผลจากการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ที่ผลต่อมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ จากการศึกษา พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่และกล้วยหอมทองมีค่าสีเปลือกได้แก่ L^* a^* และ b^* เพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา สังเกตได้จากภาพที่ 4.19 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยไข่ใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยไข่ใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา และลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา และค่อยๆลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา, a^* ของกล้วยไข่ใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่า a^* เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา และ ค่า b^* ของกล้วยไข่ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษาและลดลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ขณะที่กล้วยไข่ในชุดควบคุมค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา และลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองที่ใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm จากภาพที่ 4.20 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของกล้วยหอมทองใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ซึ่งค่า L^* ของกล้วยหอมทองใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และลดลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา และค่อยๆลดลง ในวันที่ 11 ของการเก็บรักษา, a^* ของกล้วยหอมทองใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าสีเขียวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าสีเขียวเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา และ ค่า b^* กล้วยหอมทองใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยไข่ที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลกล้วยหอมทองที่แช่สารไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาผลของการใช้สารสกัดธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดร่วมกับไลโปโซมไคโตซาน ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

4.3.1 การสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อการสูญสียน้ำหนักของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา กล้วยไข่ที่ถูกแช่ด้วยการไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 17.65 ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 28.59 (ตารางที่ 4.1) กล้วยหอมทองที่ถูกแช่ด้วยการไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 15.75 ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก เท่ากับ 33.86 (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

	Weight loss (%) 0 Day	Weight loss (%) 9 Day
Control Klui Khai	0	28.59
Liposome + Chaitosan + Cassumunar ginger Excratc 250 ppm	0	17.65

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

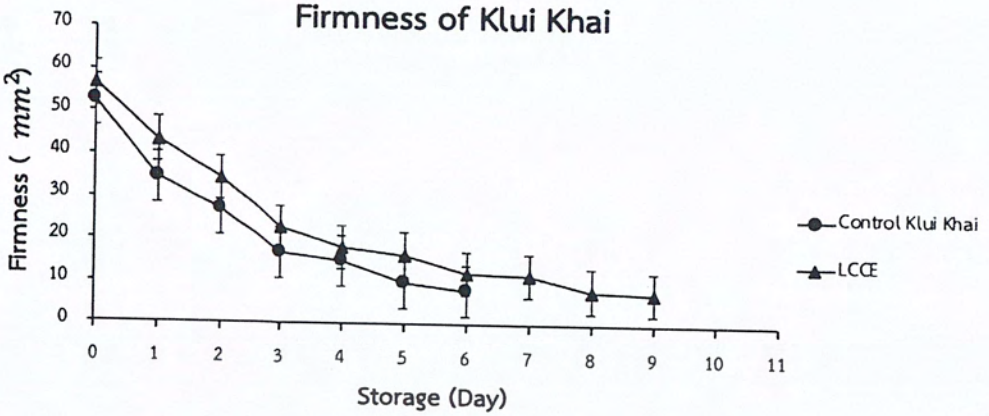
	Weight loss (%) 0 Day	Weight loss (%) 14 Day
Control Klui Hom Thong	0	33.86
Liposome + Chaitosan + Cassumunar ginger Excratc 500 ppm	0	15.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

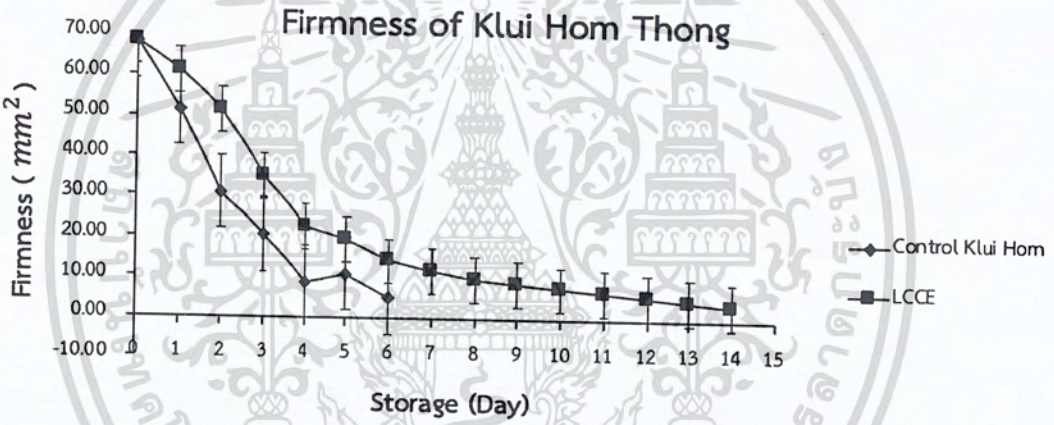
4.3.2 ความแน่นเนื้อของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อความ แน่นเนื้อของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าความแน่นเนื้อของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองลดตลอดของอายุของการเก็บรักษา กล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างช้า ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา 9 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) ในขณะที่กล้วยไข่ชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว ในระยะของการเก็บรักษา 6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศา เซลเซียส) กล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 4.21) กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างช้า ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา 14 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) ในขณะที่กล้วยหอมทองชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว ในระหว่างการเก็บรักษา 6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ภาพที่ 4.22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

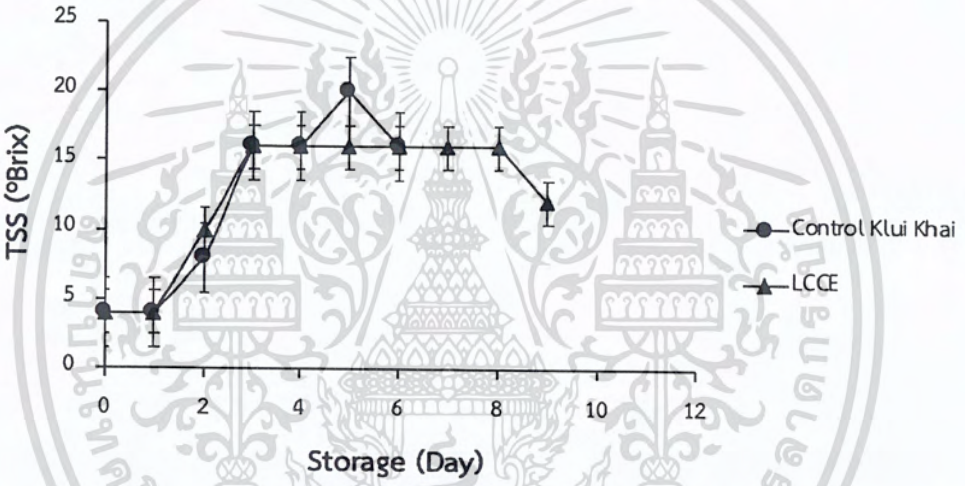


ภาพที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

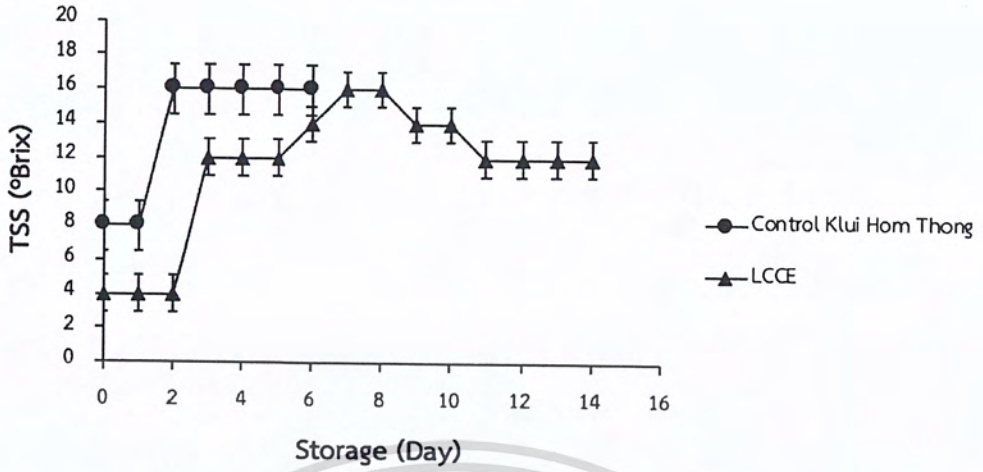
4.3.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำค่อยๆสูงขึ้นในวันที่ 2 แล้วลดลงในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยไข่ในชุดควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำลดลงในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.23) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลกล้วยหอมทองชุดควบคุมและผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำสูงขึ้นในวันที่ 2 ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.24)



ภาพที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

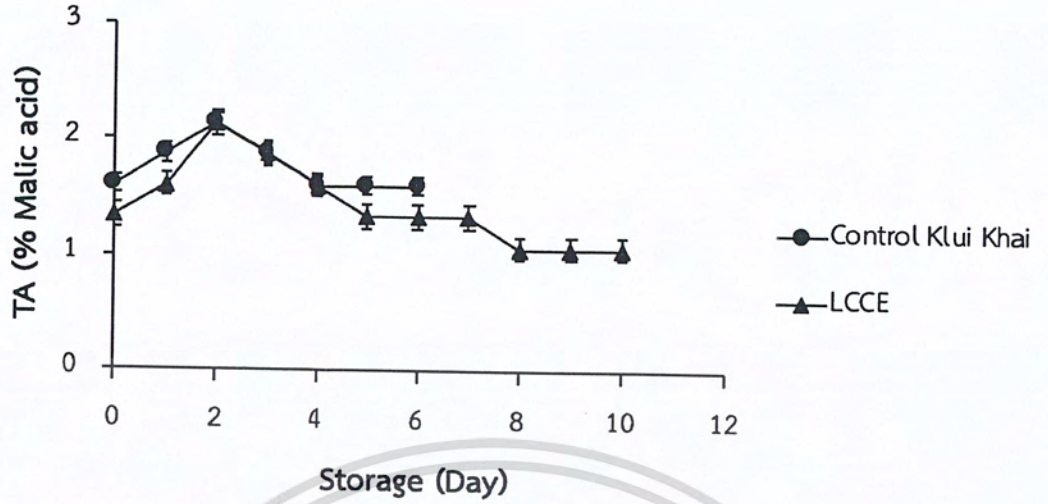


ภาพที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง)

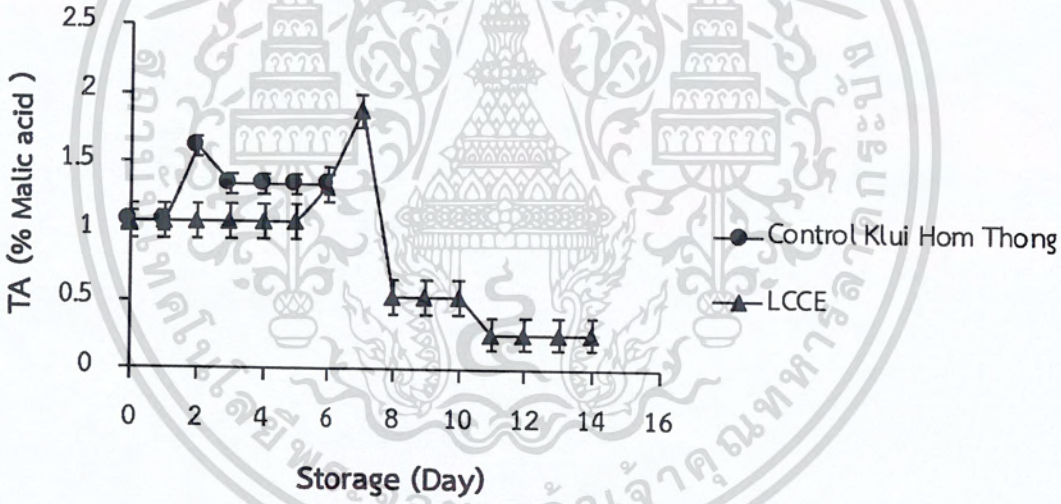
4.3.4 ปริมาณความเป็นกรด tritratable acidity (TA) ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อปริมาณความเป็นกรดของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าปริมาณความเป็นกรดของผลกล้วยไข่ชุดควบคุมและผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีปริมาณความเป็นกรดสูงสุดในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.25) ปริมาณความเป็นกรดของผลกล้วยหอมทองชุดควบคุมมีปริมาณความเป็นกรดสูงสุดในวันที่ 2 ลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลกล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณความเป็นกรดสูงสุดในวันที่ 7 แล้วลดลงในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นกรดของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

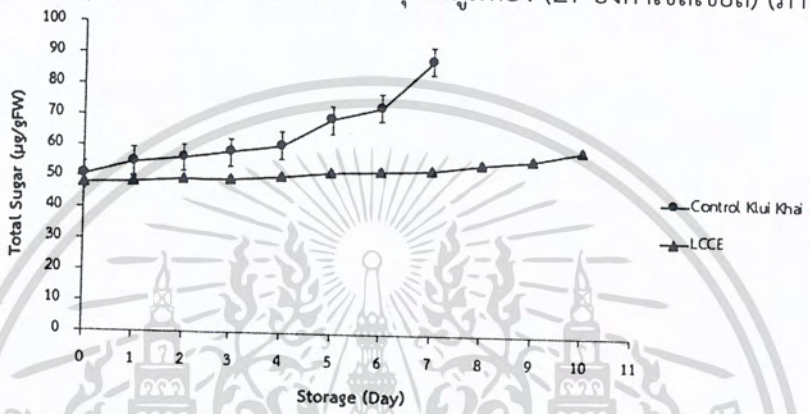


ภาพที่ 4.26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นกรดของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

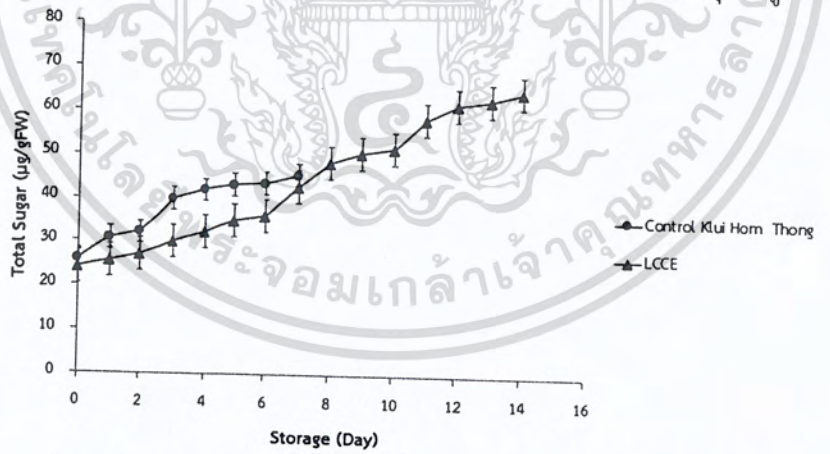
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ปริมาณรวมของน้ำตาล (Total Sugar) ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อปริมาณรวมของน้ำตาลในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าปริมาณรวมของน้ำตาลในผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ทั้งหมดมีค่าต่ำกว่ากล้วยไข่ในชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.27) ปริมาณรวมของน้ำตาลในผลกล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าต่ำกว่ากล้วยหอมทองชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.28)



ภาพที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณรวมของน้ำตาลของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

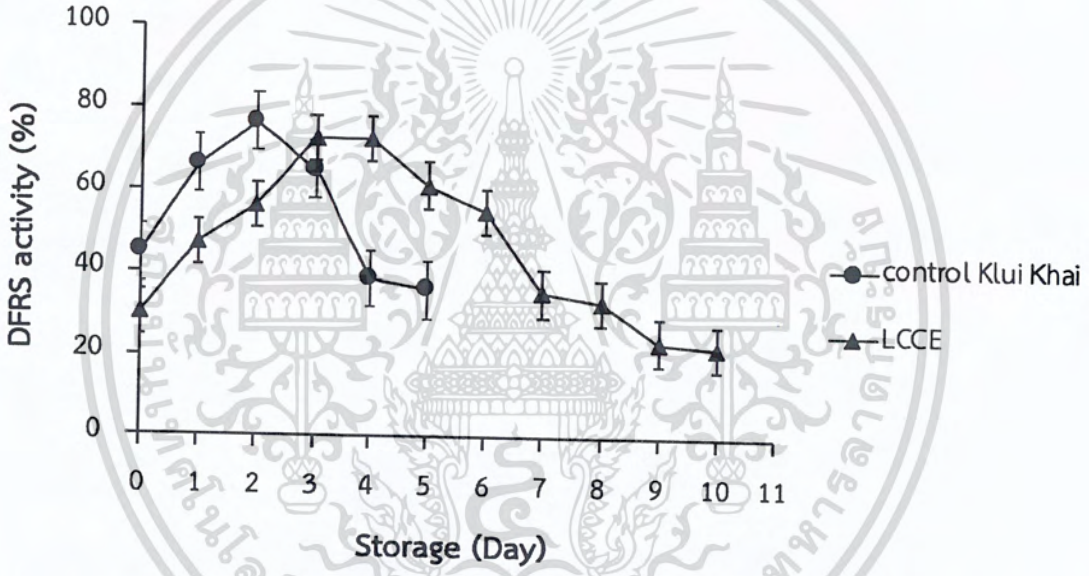


ภาพที่ 4.28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณรวมของน้ำตาลของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

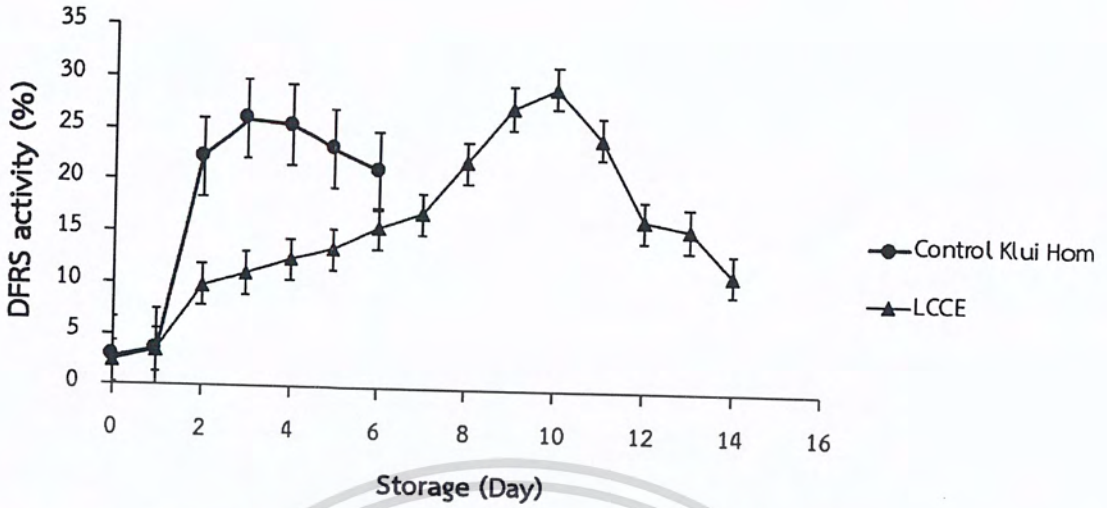
4.3.6 การหาการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อการต้านอนุมูลอิสระในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าการต้านอนุมูลอิสระในผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซาน ร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมากกว่า กล้วยไข่ในชุดควบคุม ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm สามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ดีกว่ากล้วยไข่ในชุดควบคุม (ภาพที่ 4.29) การต้านอนุมูลอิสระในผลกล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นมากกว่ากล้วยหอมทองในชุดควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 4.30)



ภาพที่ 4.29 การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

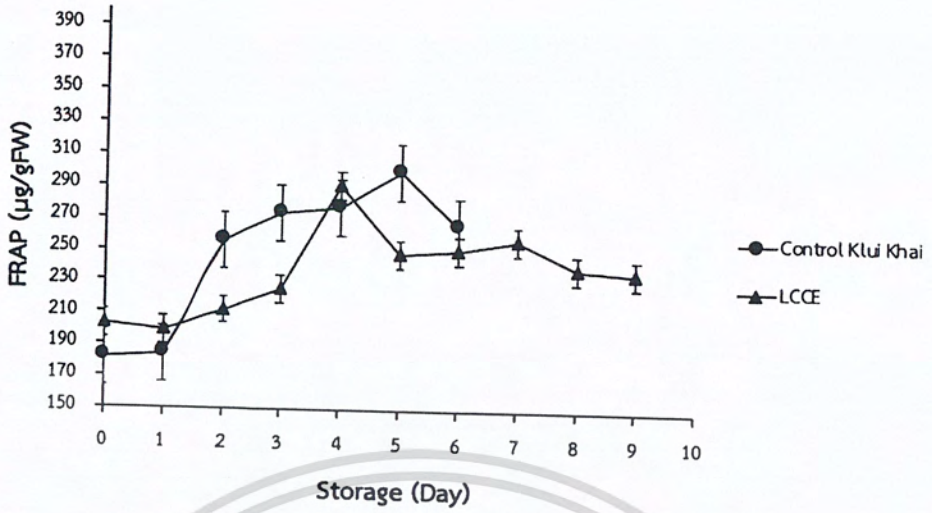


ภาพที่ 4.30 การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

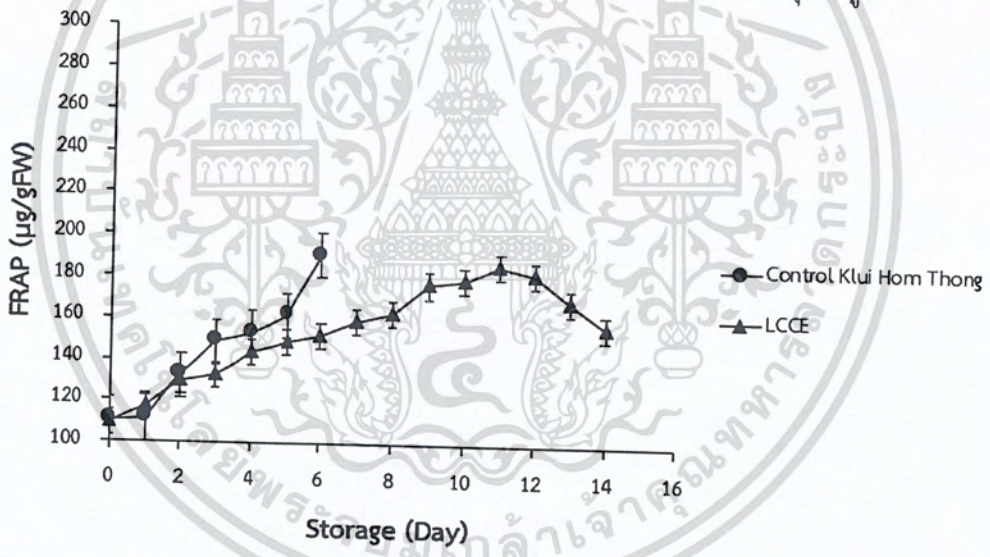
4.3.7 ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน Ferric reducing antioxidant power (FRAP)

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อค่า ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชันในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า ผลกล้วยไข่ที่ ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน เพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา โดยมีการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน เพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 4 และค่อยๆลดลงในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยไข่ชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน ลดลงในวันที่ 6 (ภาพที่ 4.31) กล้วยหอมทองที่ ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆตามอายุของการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยหอมทองชุดควบคุมมีค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.32)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.31 Ferric reducing antioxidant power ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

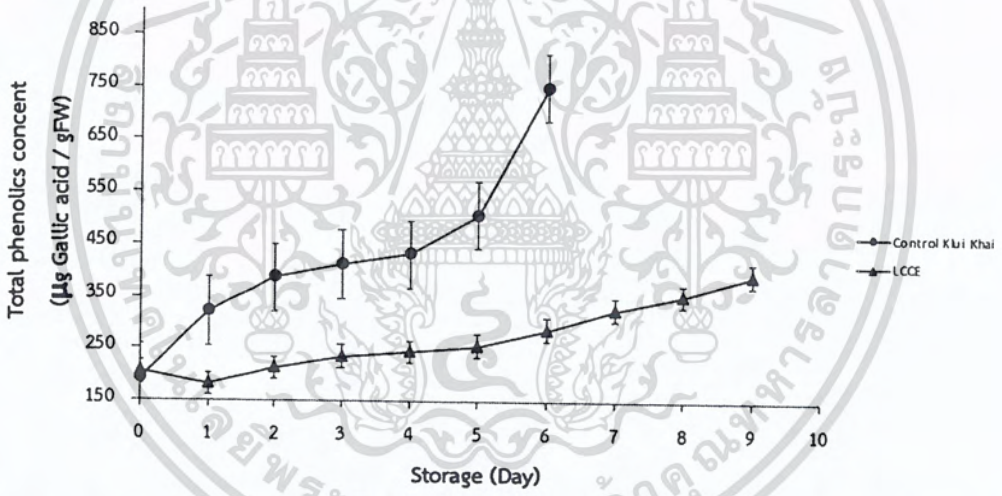


ภาพที่ 4.32 Ferric reducing antioxidant power ของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

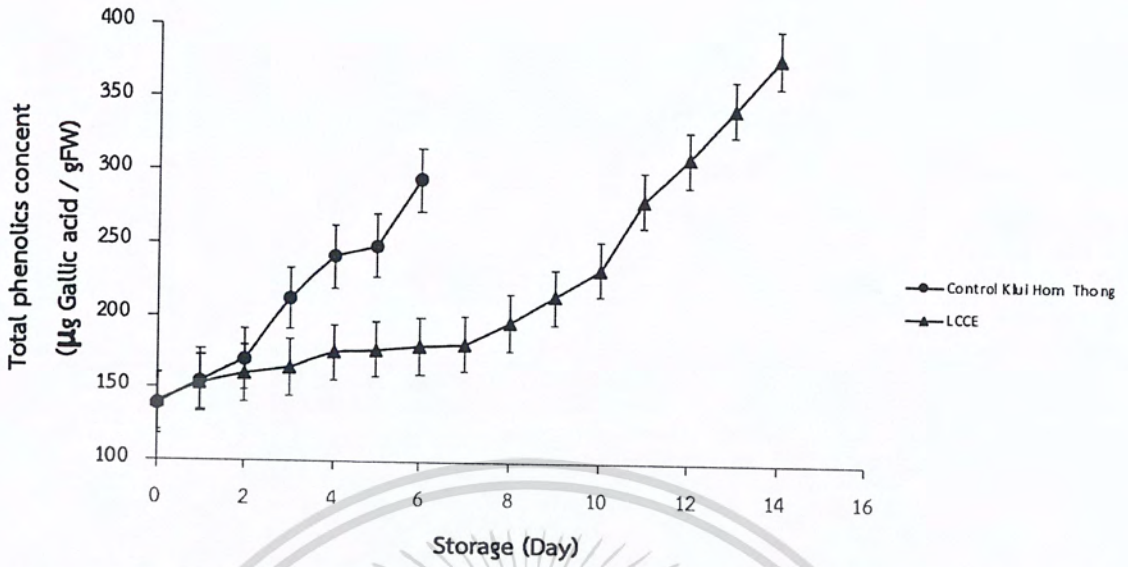
4.3.9 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content) ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม ทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ 500 ppm ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า ผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาในขณะที่กล้วยไข่ชุดควบคุมค่าสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีค่าสารประกอบฟีนอลิกต่ำกว่ากล้วยไข่ในชุดควบคุม (ภาพที่ 4.33) กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาในขณะที่กล้วยหอมทองชุดควบคุมค่าสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลกล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีค่าสารประกอบฟีนอลิกต่ำกว่ากล้วยไข่ในชุดควบคุม (ภาพที่ 4.34)



ภาพที่ 4.33 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

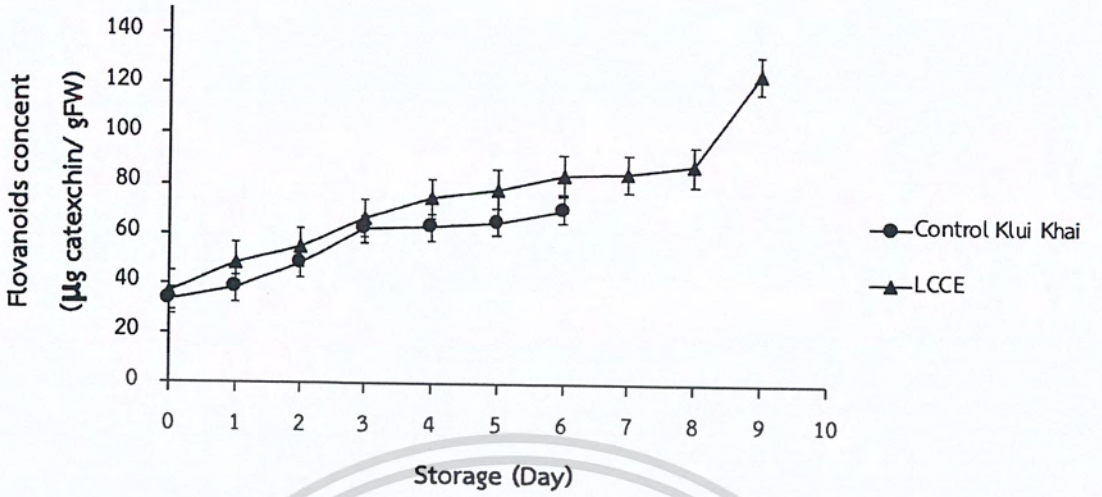
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



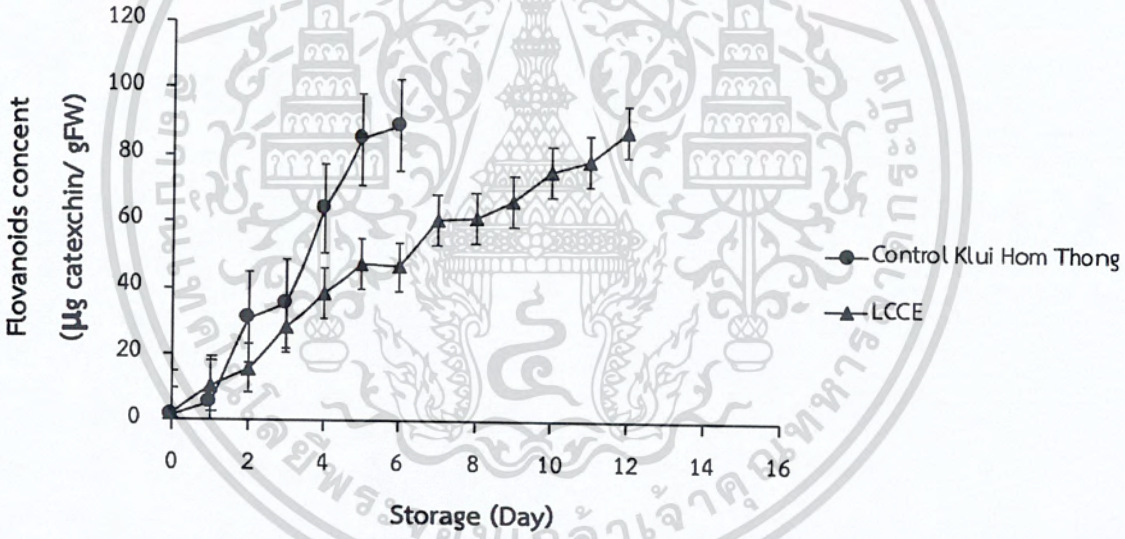
ภาพที่ 4.34 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

4.3.10 ปริมาณฟลาโวนอยด์ (Total flavonoid content) ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อปริมาณฟ ลาโวนอยด์ในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยไข่ชุดควบคุม มีปริมาณฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.35) กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ๆ ตามอายุของการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยหอมทองชุดควบคุมมีค่าสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.36)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.35 ปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)



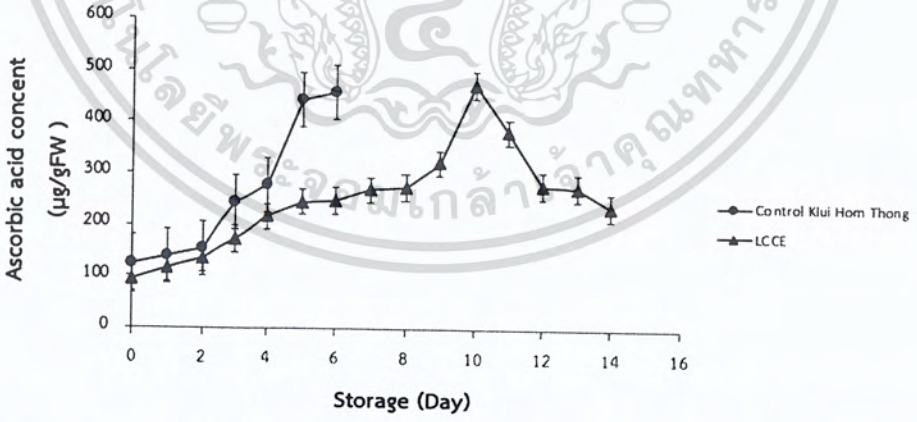
ภาพที่ 4.36 ปริมาณฟลาโวนอยด์ของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.11 ปริมาณวิตามินซี ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ 500 ppm ต่อปริมาณวิตามินซีในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทองพบว่าผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นหลังจากวันที่ 3 ในระหว่างการเก็บรักษาและค่อยๆลดลงในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาในขณะที่กล้วยไข่ชุดควบคุมมีปริมาณวิตามินซีลดลงในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.37) กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาและลดลงค่อยๆลดลงในวันที่ 11 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.38)

ภาพที่ 4.37 ปริมาณวิตามินซีของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)

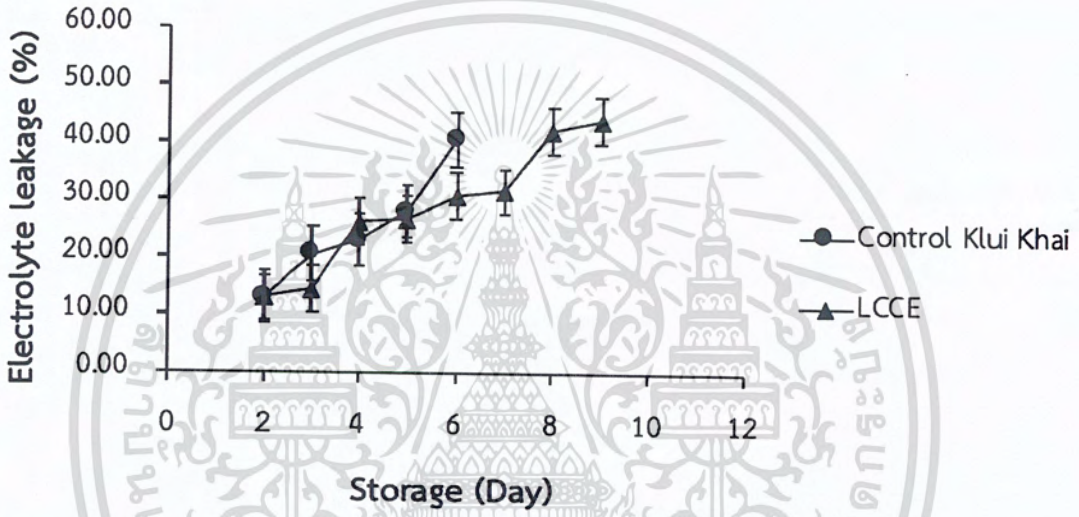


ภาพที่ 4.38 ปริมาณวิตามินซีของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

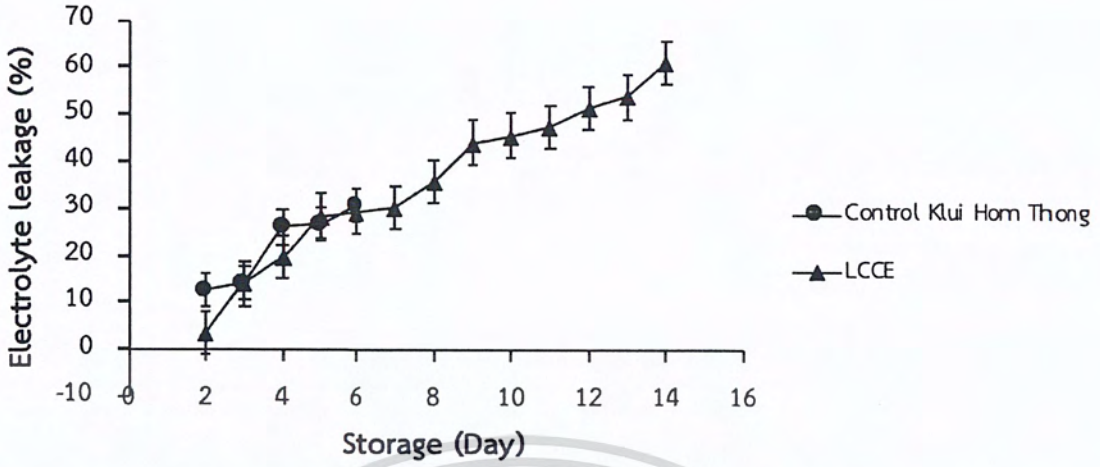
4.3.12 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อปริมาณการรั่วไหลของประจุในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่าผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัด หยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยไข่ชุดควบคุมมีปริมาณการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นตามอายุของการ เก็บรักษา (ภาพที่ 4.39) กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm และกล้วยหอมทองชุดควบคุมมีปริมาณการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.40)



ภาพที่ 4.39 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

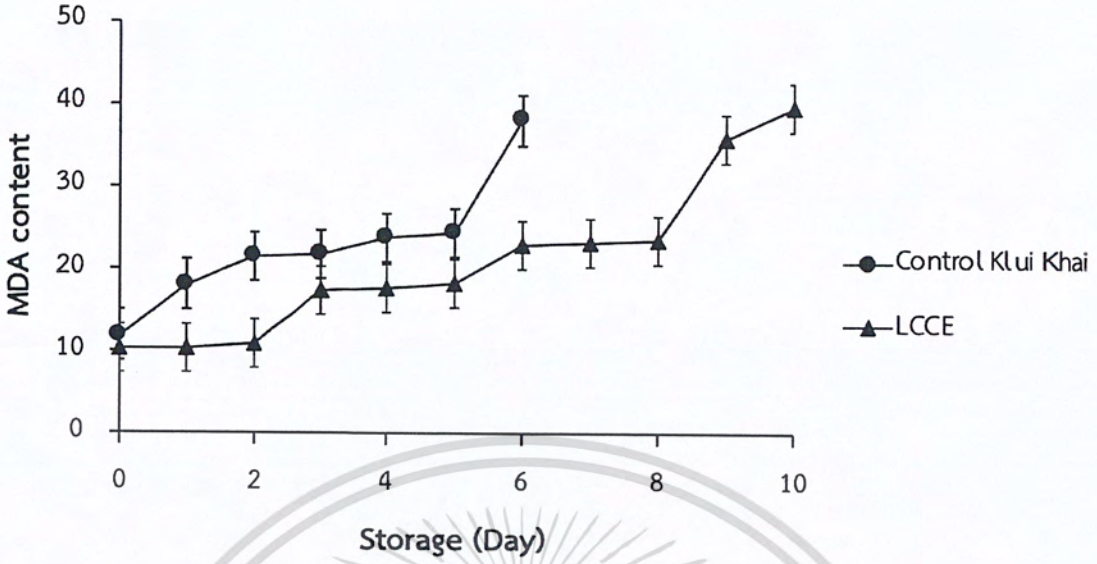


ภาพที่ 4.40 ปริมาณการรั่วไหลของประจุของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

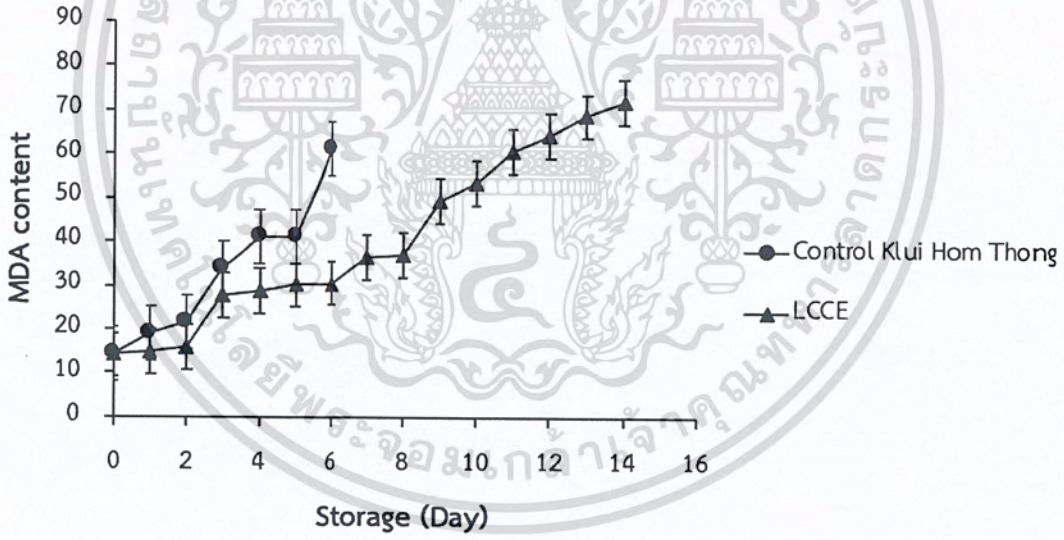
4.3.13 ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ (Malondialdehyde) ของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

ผลจากการใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 และ500 ppm ต่อปริมาณ มาโลนาลดีไฮด์ในผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ชุดควบคุมปริมาณมาโลนาลดีไฮด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ผลกล้วยไข่ที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 250 ppm มีปริมาณมาโลนาลดีไฮด์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.41) กล้วยหอมทองที่ใช้ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm มีปริมาณมาโลนาลดีไฮด์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยหอมทองชุดควบคุมมีปริมาณมาโลนาลดีไฮด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.42)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.41 ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ ของผลกล้วยไข่ที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล ความเข้มข้น 250 ppm ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27 องศาเซลเซียส)



ภาพที่ 4.42 ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์ ของผลกล้วยหอมทองที่แช่ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผล

5.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

การเกิดจุดสีน้ำตาล (Browning spot) บนผิวเปลือกกล้วยไข่ เกิดจากเยื่อหุ้มเซลล์มีการเสื่อมสภาพเมื่อกล้วยเข้าสู่กระบวนการสุก โดยเอนไซม์ lipoxygenase (LOX) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา oxidation ของกรดไขมันในกลุ่มฟอสฟอลิปิด ทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในเยื่อหุ้มเซลล์ ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดการเสื่อมสภาพ ทำให้ monophenol ที่อยู่ในเซลล์สัมผัสกับออกซิเจน โดยที่มีเอนไซม์ในกลุ่ม polyphenol oxidase (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล โดยทำปฏิกิริยากับ substrate เกิดเป็นสาร quinone เมื่อสารดังกล่าวรวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่จะเกิดเป็นสารสีน้ำตาล ทำให้ลักษณะการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวกล้วยเมื่อกล้วยเข้าสู่การสุกงอม นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับการตกกระในผลกล้วยไข่เมื่อเข้าสู่ระยะการสุกงอม (เพชรรัตน์, 2558 : 190-194) จากผลการทดลองสังเกตได้จากกล้วยไข่ในชุดควบคุมพบอาการกระในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นตลอดในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่กล้วยหอมทองในชุดควบคุมพบการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นตลอดของการเก็บรักษาดังผลการทดลองที่ 4.1 ซึ่งพบว่าการใช้สารสกัดธรรมชาติจาก ขมิ้นชัน, ไพล, เปลือกมังคุด และอบเชย มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม

5.1.1 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชันที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

สารสกัดขมิ้นชันมีสารในกลุ่มของ เคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoid) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบของเคอร์คูมิน มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถป้องกันความเสียหายของเซลล์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ โดยที่สารประกอบเคอร์คูมินสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Nwinuka. 2005 : 9) นอกจากนั้นสารในกลุ่มของเคอร์คูมินอยด์ที่ได้จากขมิ้นชัน มีผลในการทำลายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์เชื้อรา ทำให้เชื้อราก่อโรคไม่สามารถเจริญได้เนื่องจากการรั่วไหลของสารภายในเซลล์ (ชรินญา พิมพ์สอน. 2562 : 1-13) จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 500 750 1,000 ppm ต่อต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่ากล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับความเข้มข้นอื่น กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกกล้วยไข่ได้ (ภาพที่ 4.1 และ4.3) และกล้วยหอมทองทองที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.2 และ 4.4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ De Paula et. al. (2008 : 3212-3220) ได้ศึกษาการเคลือบผิวด้วยสารสกัดขมิ้นชัน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วย (Musa *acuminata*) พบว่า สารสกัดขมิ้นช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยที่ไม่เคลือบผิวด้วยสารสกัดขมิ้นชัน สามารถชะลอการสุก และเพิ่มอายุในการเก็บรักษาได้เพิ่มอีก 3 วัน

5.1.2 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

สารสกัดจากไพลมีสารประกอบทางเคมีเป็นเคอร์คิวมินอยด์ชนิดใหม่มีโครงสร้างที่มีความซับซ้อน คือ cassumunins A และ B ซึ่งแคสคูมินที่สกัดได้จากไพลมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าเคอร์คูมิน สามารถช่วยลดและชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ (Masuda. 1994(9) : 1850-1856) นอกจากนั้นสารในกลุ่มของเคอร์คูมินอยด์ที่ได้จากไพล มีผลในการทำลายผนังเซลล์เชื้อรา ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญได้เนื่องจากการรั่วไหลของสารภายในเซลล์ (Jagetia. 2003 : 584-592) จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 500 750 1,000 ppm ต่อต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่ากล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.5 และ4.7) และกล้วยหอมทองทองที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.6 และ4.8) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Goh, et. al. (2016 : 53) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดไพลต่อการเกิดโรคแอนแทรคโนสและคุณภาพของผลมะละกอ พบว่า สารสกัดไพลยังสามารถยับยั้งการเกิดโรคแอนแทรคโนสและรักษาคุณภาพของผลมะละกอ ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อราสูงสุดที่ความเข้มข้น 2.0% สารสกัดไพลสามารถช่วยชะลอการสุกของมะละกอได้ และงานวิจัยของ Ali, et. al. (2016(3) : 1435-1444) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดกลุ่ม Ginger ต่อการเกิดโรคแอนแทรคโนสและคุณภาพของผลมะละกอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการเก็บเกี่ยว พบว่า สารสกัดจากกลุ่ม Ginger มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา จากคุณสมบัติทางเคมีกายภาพที่ทดสอบ ช่วยชะลอการสุกของมะละกอ และยังเป็นสารชีวภาพที่มีประสิทธิภาพต่อมะละกอหลังการเก็บเกี่ยว

5.1.3 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดเปลือกมังคุดที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บ เกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

Shan, et. al. (2011) กล่าวว่าในเปลือกผลมังคุดมีสารที่สำคัญคือ แซนโทน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อแบคทีเรีย นอกจากนั้นสารในกลุ่มแซนโทนที่ได้จากเปลือกมังคุด มีผลในการทำลายผนังเซลล์เชื้อรา ทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตต่อได้ (Lin. 2017 : 10135-10150) จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 500 750 1,000 ppm ต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า พบว่ากล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.9 และ4.11) และกล้วยหอมทองทองที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.10 และ4.12) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิภาดา ประสมทอง และคณะ (2554 : 520-525) ได้มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถยับยั้งเส้นใยของเชื้อรา C.*gloeosporioides* ที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสบนมะม่วง พันธุ์น้ำดอกไม้ได้

5.1.4 ประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

สารสกัดเปลือกอบเชยมีสารประกอบ Cinnamaldehyde และกรด trans-cinnamic เป็นสารออกฤทธิ์มีอยู่ในเปลือกอบเชย มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (Wardatun, et. al. 2017 : 49-51) นอกจากนี้สารสกัดอบเชยมีคุณสมบัติที่สามารถต้านอนุมูลอิสระ ต้านจุลชีพ ยับยั้งการเกิดเชื้อราต่อเชื้อโรคที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในพืชผลทางการเกษตร (Abd et. al. 2020 : 210) จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 500 750 1,000 ppm ต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า พบว่ากล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะปรากฏ และการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.13 และ4.15) และกล้วยหอมทองทองที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดหยาบอบเชยที่ความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.14 และ4.16) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ranasinghe et. al. (2002 : 208-211) ที่พบว่าน้ำมันอบเชยสามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนสในกล้วยได้ และในงานวิจัยของ Maqbool, et al. (2010 : 36-44) การใช้สารสกัดอบเชยช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของกล้วยได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วย

5.2 ผลของศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม

ไคโตซานมีคุณสมบัติที่ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโต และเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์พืช โดยการฉีดพ่นไคโซซานกับพืช ไคโตซานจะเข้าไปจับตัวกับสารประกอบที่อยู่ภายในผนังเซลล์ เกิดเป็นสารที่มีโครงสร้างเชิงซ้อน ส่งผลให้ผนังเซลล์ของพืชมีการยึดเกาะกันดีขึ้น ทำให้ผนังเซลล์ของพืชแข็งแรง ทำให้ทนทานต่อการเกิดโรคได้ นอกจากนี้ไคโตซานยังเข้าไปกระตุ้นให้ให้พืชสร้างสารกำจัดเชื้อรา แบคทีเรีย และไคโตซานยังสามารถฝังตัวลงไปในผนังเซลล์ของเชื้อราแล้วเหนี่ยวนำไคตินที่มีอยู่ในผนังเซลล์เปลี่ยนสภาพเป็นไคโตซาน โดยเอนไซม์ไคตินดีอะเซติเลส แล้วทำให้ความแข็งแรงของผนังเซลล์เชื้อราลดลงเนื่องจากมีการเปลี่ยนโครงสร้างจากไคติดเป็นไคโตซาน (Lopez-Moya. et. al. 2019 : 332) จากงานวิจัยของ Mahmoud. et. al. (2019 : 330-339) ใช้ไคโตซานเข้มข้น 2% ร่วมกับสารสกัดธรรมชาติ โดยพบว่า สามารถชะลอเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพของผลไม้ระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก และชะลอการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดไตเตรท ปริมาณแคโรทีน และวิตามินซีได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบชุดควบคุม ในงานวิจัยครั้งนี้จึงใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 2% ไลโปโซมเป็นถุงเล็ก ๆ ที่มี รูปร่างเป็นทรงกลม เป็นสารธรรมชาติ เนื่องจากมีลักษณะขนาดเล็กมีส่วนที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ สร้างได้จากคอเลสเตอรอล และฟอสโฟไลปิด สามารถขนส่งสารเข้าไปในระดับเซลล์ นอกจากนั้นไลโปโซมสามารถดักจับสารประกอบที่ไม่เสถียร (เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ, สารต้านจุลชีพ และองค์ประกอบทางชีวภาพ) ได้ (Akbarzadeh. et. al. 2013 : 102) จากการทดลองที่ 4.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชยต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm สามารถชะลอการสุกได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้สารสกัดขมิ้นชัน เปลือกมังคุด และอบเชย จึงนำสารสกัดไพลมาใช้ศึกษาในการทดลองที่ 2 ซึ่งจะศึกษาประสิทธิภาพของการการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง ในการทดลองนี้ ไคโตซาน เป็นพอลิเมอร์ชนิดที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) สารสกัดไพลเป็นสารชนิดที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) โดยที่ไลโปโซมจะห่อหุ้มสารสกัดซึ่งไม่ชอบน้ำอยู่ภายในส่วนภายนอกจะถูกหุ้มด้วยไคซาน ไลโปโซมมารถนำส่งสารเข้าไปในเซลล์ได้ดี จากผลการทดลองพบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.17 และ4.19) และกล้วยหอมทองทองที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm มีลักษณะปรากฏ และการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่น กล้วยหอมทองที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm สามารถชะลอการสุก การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนสามารถชะลอการเกิดจุดสีดำบนผิวเปลือกได้ (ภาพที่ 4.18 และ4.20) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lustriane, C. et al. (2018) พบว่า การใช้อนุภาคนาโนไคโตซานและไคโตซานช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวของเปลือกกล้วย สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของผลกล้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bouhenni, R. et al. (2015) พบว่า น้ำมันไพลมีประสิทธิภาพการต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเกิดโรคพืชได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Umagiliyage, Arosha et al. (2017) พบว่า การเคลือบไลโปโซมบนบลูเบอร์รี่ ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรี ลดการเน่าเสียของบลูเบอร์รี่มากกว่า 60% โดยการเคลือบไลโปโซมสามารถยืดอายุการเก็บรักษาบลูเบอร์รี่ได้

จากลักษณะปรากฏพบว่ากล้วยที่แช่ด้วยไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลให้ผลดีที่สุด จึงนำมาใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่ด้วยไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมระหว่างการสุกได้มากที่สุด โดยพบว่ากล้วยไข่และกล้วยหอมที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากล้วยในชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมมากกว่า 50% มีความแน่นเนื้อมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่สารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแข็งที่ละลายน้ำและวิตามินซี ไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลช่วยชะลอสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ปริมาณความเป็นกรด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ฟลาโวนอยด์ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านออกซิเดชัน ซึ่งจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นช้ากว่ากล้วยในชุดควบคุม อีกทั้งยังสามารถชะลอการเพิ่มปริมาณการรั่วไหลของประจุ ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์บนผิวเปลือกของกล้วยได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lustriane, et al. (2018) พบว่า การใช้อนุภาคนาโนไคโตซานและไคโตซานช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวของเปลือกกล้วย สามารถยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของผลกล้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bouhenni, R. et al. (2015) พบว่า น้ำมันไพลมีประสิทธิภาพการต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุการเกิดโรคพืชได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Umagiliyage, Arosha et al. (2017) พบว่า การเคลือบไลโปโซมบนบลูเบอร์รี่ ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรี ลดการเน่าเสียของบลูเบอร์รี่มากกว่า 60% โดยการเคลือบไลโปโซมสามารถยืดอายุการเก็บรักษาบลูเบอร์รี่ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang, S. Y., & Gao, H. (2013) พบว่า สตรอเบอร์รี่ที่เคลือบด้วยไคโตซานชะลอการลดลงของกรดแอสคอร์บิค (ASA) และปริมาณกลูตาไธโอน (GSH) ที่ลดลง ไคโตซานมีกลไกในการป้องกันจุลินทรีย์ของผลไม้และช่วยเสริมสร้างความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา ดังนั้นการใช้ไคโตซานสามารถยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพและการควบคุมสตรอเบอร์รี่ให้น้อยลง งานวิจัยของ Suntres (2011 : 1-16) ศึกษาการนำส่งด้วยลิโพโซม พบว่า การนำส่งด้วยลิโพโซมเป็นการช่วยนำส่งสารต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นและสามารถให้ผลทั้งในการป้องกันและรักษาภาวะที่เกิดจาก oxidative stress ที่เป็นสาเหตุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผล

6.1 ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชยที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างกันได้แก่ 250 500 750 และ1,000 ppm ต่ออายุของการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่สารสกัดขมิ้นชันที่เข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดไพลที่ความเข้มข้นต่างกันได้แก่ 250 500 750 และ1,000 ppm ต่ออายุของการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่สารสกัดไพลที่เข้มข้น 500 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้นต่างกันได้แก่ 250 500 750 และ1,000 ppm ต่ออายุของการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่สารสกัดเปลือกมังคุดที่เข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่น

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดอบเชยที่ความเข้มข้นต่างกันได้แก่ 250 500 750 และ1,000 ppm ต่ออายุของการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารสกัดอบเชยที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่สารสกัดอบเชยที่เข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด

ดังนั้น จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารสกัดขมิ้นชัน ไพล เปลือกมังคุด และอบเชย ที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอม พบว่า กล้วยไข่ที่ใช้สารสกัดไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่สารสกัดไพลที่เข้มข้น 500 ppm ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับกล้วยไข่และกล้วยหอมที่แช่ด้วยสารสกัด ขมิ้นชัน เปลือกมังคุด และอบเชย

6.2 ผลของศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่มีผลต่ออายุของการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารและไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่สารและไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่เข้มข้น 1,000 ppm มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกในระหว่างการสุกน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ ขมิ้นชัน เปลือกมังคุด และอบเชย

จากลักษณะปรากฏพบว่ากล้วยที่แช่ด้วยไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลให้ผลดีที่สุด จึงนำมาใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ไคโตซาน ไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพล และไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง พบว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยสารไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองทองที่ถูกแช่ด้วยไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลความเข้มข้น 500 ppm สามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมระหว่างการสุกได้มากที่สุด ซึ่งผล้วยกล้วยที่แช่เมื่อเทียบกับกล้วยในชุดควบคุม โดยสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่า 50% ชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น สามารถชะลอการควบคุมการเกิดอาการตะกระในผลกล้วยไข่ โดยพบว่าชะลอชะลอการเพิ่มปริมาณการรั่วไหลของประจุ ปริมาณมาโลนาลดีไฮด์บนผิวเปลือกของกล้วยได้ แสดงให้เห็นถึงการเสื้อสลายของเยื่อหุ้มเซลล์บนเปลือกกล้วยได้

ดังนั้น จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า กล้วยไข่ที่แช่ด้วยไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 250 ppm และกล้วยหอมทองที่แช่ด้วยไลโปโซมไคโตซานร่วมกับสารสกัดหยาบไพลที่ความเข้มข้น 500 ppm นาน 3 นาที เป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ชะลออายุของการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วยไข่และกล้วยหอมทอง ซึ่งในกล้วยไข่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 8 วันในขณะที่ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง และกล้วยหอมสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 14 วันในขณะที่ชุดควบคุมสามารถเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยชะลอการสุกของกล้วยได้ และไม่มีผลต่อกระทบต่อกระบวนการสุกของกล้วยตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติ ไสยวรรณ และ วชิรญา อิ่มสบาย. 2554. "ผลของเอทิฟอนต่ออาการสะท้านหนาวของผลกล้วยหอมทองและกล้วยน้ำว้าระหว่างและหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ", **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 42(1) : 299-302.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. 2530. *ก้าวไปกับสมุนไพร*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

จิรา ณ หนองคาย. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ผัก ผลไม้ และดอกไม้**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แมส พับลิชชิ่ง.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช**. (พิมพ์ครั้งที่2). นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ชรินญา พิมพ์สอน และคณะ. (2561). ฤทธิ์สารสกัดขมิ้นชันในการรักษาผิวหนังอักเสบในกระต่าย. เชียงใหม่สตัวแพทยสาร2561;16(1):1-13.

ชลิตา หนูไข่ สมชาย กล้าหาญ และ จิราภรณ์ อรัณยะนาค. 2559. "ผลของไคโตซานและน้ำปูนใสต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะละกอฮอลแลนด์", **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**. 3(1) : 138-145.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. (พิมพ์ครั้งที่5). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

เดียว วงศ์สุวรรณ และคณะ. 2530. **กล้วย กล้วยไข่**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.

นภาพร เบญจริยาภรณ์ และนันทนา ธรรมาภรณ์พัฒนา. 2556. "การยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ด้วยวิธีเคลือบสารธรรมชาติลดการเกิดสีน้ำตาล". ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

นิภาดา ประสมทอง และคณะ. 2554. "ผลของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioidesPenz*. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้" , **การประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ.** 7(1) : 520-525.

เนตรนภิส เขียวขำ และคณะ. 2552. "การพัฒนาการใช้สารสกัดจากอบเชยในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงน้ำดอกไม้", **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 40(3) : 260-264.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2558. **กล้วย**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรางค์ทอง กวานห้อง และเบญมาส รัตนชินกร. 2557. "ผลของไคโตซานความเข้มข้นต่ำต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพู่พันธุ์ทองสามสี", **แก่นเกษตร.** 42(3) : 180-185.

ปริญญา เทพณรงค์. 2556. "อิทธิพลของอุณหภูมิและอายุการเก็บรักษาต่อการเกิดอาการ สะท้านหนาวใน มะเขือเทศเชอรี่ (*Lycopersicon esculentum* CV. CH154) และการประยุกต์ใช้แคลเซียมเพื่อลดอาการ". วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เพชรรัตน์ เนตรลักษณ์, ดวงกมล ศศิวัฒนพร และ วชิรญา อิ่มสบาย. 2558. ผลของออกซิเจนความเข้มข้นสูงต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการตกกระในกล้วยไข่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 46 (3/1) : 190-194.

ภาวดี เมธะคานนท์, อศิรา เฟื่องฟูชาติ และก้องเกียรติ คงสุวรรณ. 2543. *ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับไคติน-ไคโตซาน*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

มนฑิณี กมลธรรม. 2556. การยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทองโดยใช้สารดูดซับเอทิลีน. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. แหล่งที่มา : http://www.tistr.or.th/.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. **พืชเครื่องเทศและสมุนไพร**. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ละอองศรี ศิริเกสร. 2558. "ผลของการใช้ไคโตซานและแคลเซียมเคลือบผลต่อการหลุดร่วงของผลกล้วย หอมทองระหว่างการสุก" คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

วันดี กฤษณพันธ์. 2538. **สมุนไพรสารพัดประโยชน์**. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมฤดี ไทพาณิชย์ และปราณี อ่านเปรื่อง. (2014). การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อกล้วยหอมตีป่นพาสเจอไรซ์. **Journal of Food Technology**, *Siam University*, *9*(1), 39-51.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุภัทรา จามกระโทก และคณะ. 2547. "ผลของสารสกัดจากกระชาย ขมิ้นและขิงต่อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว", การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 43(1) : 521-528.

สุธิดา คงทอง . 2552. "ไคติน-ไคโตซาน", **วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา**. 3(1) : 1-7.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2561). *สถิติการส่งออกกล้วยสด ปีพ.ศ.2560*. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2561. แหล่งที่มา :http://www.oae.go.th/.

หมายใจ จิตรีธรรม. 2548. สารพันกล้วย. กรุงเทพฯ : บริษัท วีพริ้น.

อภิชาต ศรีสอาด. 2553. สารพันกล้วยยอดนิยม. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ : บริษัท นาคา อินเตอร์มิเดีย จำกัด.

อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ และคณะ. 2551. **การสกัดและการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุดและผลิตภัณฑ์**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์:กรุงเทพฯ.529-536

อุมาพร ชนประชา และคณะ. 2553. การพัฒนาสารเคลือบผิวจากไคโตซานเพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอม, *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 41(1), 161-163.

Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Abdel-Moneim, A. E., Mohammed, N. G., Khafaga, A. F., Bin-Jumah, M., Othman, S. I., Allam, A. A., & Elnesr, S. S. (2020). Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) Oil as a Potential Alternative to Antibiotics in Poultry. **Antibiotics** *(Basel, Switzerland)*, *9*(5), 210.

Akbarzadeh, A., Rezaei-Sadabady, R., Davaran, S., Joo, S. W., Zarghami, N., Hanifehpour, Y., Samiei, M., Kouhi, M., & Nejati-Koshki, K. 2013. Liposome: classification, preparation, and applications. **Nanoscale research letters**, *8*(1), 102.

Ali A, Hei GK, Keat YW. Efficacy of ginger oil and extract combined with gum arabic on anthracnose and quality of papaya fruit during cold storage. **J Food Sci Technol.** 2016;53(3):1435-1444. doi:10.1007/s13197-015-2124-5

Alothman, M., Rajeev Bhat, and A. A. Karim. "Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents". **Food Chemistry**.115.3 (2009): 785-788.

Azeem, R. A. E., Nada, A. A., & Montaser, A. S. 2015. Chitosan liposomal microspheres for ricinoleic acid encapsulation. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, *5*(11), 055-062.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Bouhenni, R., Dunmire, J., Rowe, T., & Bates, J. 2015. Proteomics in the Study of Bacterial Keratitis. **Proteomes**, *3*(4), 496–511.

Cruz, M.E.S., Schwan-Estrada, K.R.F., Clemente, E., Itako, A.T., Stangarlin, J.R. & Cruz, M.J.S. 2013. *Plant extracts for controlling the post-harvest anthracnose of banana fruit.* Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php.

De Paula RL, Maniglia BC, Assis OBG, Tapia-Blácido DR. Evaluation of the turmeric dye extraction residue in the formation of protective coating on fresh bananas (*Musa acuminata* cv. 'Maçã'). **J Food Sci Technol**. 2018;55(8):3212-3220.

Goh, Kar Hei & Yeoh, Wei Keat. 2016. Efficacy of ginger oil and extract combined with gum arabic on anthracnose and quality of papaya fruit during cold storage. **Journal of Food Science and Technology**. 53. 10.1007/s13197-015-2124-5.

Imtiaj A. et al. 2005. "Effect of Fungicides and Plant Extracts on the ConidialGermination of Colletotrichum gloeosporioides Causing Mango Anthracnose", **Mycobiology**, 33:4, 200-205.

Jagetia, G. C., Baliga, M. S., Venkatesh, P. and Ulloor, J. N. (2003). Influence of Ginger Rhizome (*Zingiber officinale* Rosc) on Survival, Glutathione and Lipid Peroxidation in Mice after Whole-Body Exposure to Gamma Radiation. *Radiat. Res.* 160, 584–592.

Lin, S., Sin, W., Koh, J. J., Lim, F., Wang, L., Cao, D., Beuerman, R. W., Ren, L., & Liu, S. (2017). Semisynthesis and Biological Evaluation of Xanthone Amphiphilics as Selective, Highly Potent Antifungal Agents to Combat Fungal Resistance. **Journal of medicinal chemistry**, *60*(24), 10135–10150.

Jiang, Y., Joyce, D. C., Jiang, W., & Lu, W. 2004. "Effects of chilling temperatures on ethylene binding by banana fruit". **Plant Growth Regulation**, *43*(2), 109-115.

Kidane, E. G., and M. D. Laing. "Physiological effects of soluble silicon on bananas subjected to cold stress." *MANAGEMENT OF FUSARIUM WILT DISEASES USING NON-PATHOGENIC FUSARIUM OXYSPORUM AND SILICON* (2008): 168.

K. Slinkard and V.L. Singleton., "Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods" **Am. J. Enol. Vitic.**, 28 (1977), pp. 49-55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Li, Ming-Xiang & Bai, Xue & Ma, Yong-Peng & Zhang, Hong-Xia & Nama, Nuosu & Pei, Sheng-Ji & Du, ZhiZhi. 2019. Cosmetic potentials of extracts and compounds from Zingiber cassumunar Roxb. rhizome. **Industrial Crops and Products**. 141.

Lopez-Moya, F., Suarez-Fernandez, M., & Lopez-Llorca, L. V. 2019. Molecular Mechanisms of Chitosan Interactions with Fungi and Plants. **International journal of molecular sciences,** *20*(2), 332.

Lustriane, C., Dwivany, F. M., Suendo, V., & Reza, M. 2018. Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles on post harvest quality of banana fruits. **Journal of Plant Biotechnology**, *45*(1), 36-44.

Mahmoud, Thanaa & Yassin, Naglaa & Shaaban, Fatma. 2019. Influence of Postharvest Application with Chitosan and some Natural Plant Extracts on Storage Life and Quality Attributes of Navel Orange Fruits during Cold Storage. 6. 330-339.

Maqbool, M., Ali, A., & Alderson, P.G. 2010. Effect of cinnamon oil on incidence of anthracnose disease and postharvest quality of bananas during storage.

Maqbool, M., Ali, A., Ramachandran, S., Smith, D. R., & Alderson, P. G. (2010). "Control of postharvest anthracnose of banana using a new edible composite coating". **CropProtection**, *29*(10),1136-1141.

Maria, A.G., Antonio,I ., Vito, L., Nicholas, A.C., Franco, N., Sebastionia, G. & Donato, D.V., (2011). Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables, **Postharvest Biology and Technology,** 31(1), 62-82.

Masuda T & Jitoe A. Antioxidative and antiinflammatory compounds from tropical gingers: isolation, structure determination, and activities of cassumunins A, B, and C, new complex curcuminoids from Zingiber cassumunar. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 1994 Sep;42(9):1850-1856.

Nwinuka, N. & Ibeh, G. & Ekeke, G. (2005). Proximate Composition And Levels Of Some Toxicants In Four Commonly Consumed Spices. 9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Ranasinghe, L., Jayawardena, B. and Abeywickrama, K. 2002, Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L.M.Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. **Letters in Applied Microbiology**, 35: 208-211.

Shan, T., Ma, Q., Guo, K., Liu, J., Li, W., Wang, F., & Wu, E. 2011. Xanthones from mangosteen extracts as natural chemopreventive agents: potential anticancer drugs. **Current molecular medicine,** *11*(8), 666–677.

Shian, T. E., & Abdullah, A. (2012). "Antioxidant properties of three banana cultivars (Musa acuminata 'Berangan','Mas' and 'Raja') extracts". **Sains Malaysiana**. *41*(3), 319-324.

Sothornvit R. and P. Klangmuang, (2015). "ACTIVE EDIBLE COATING TO MAINTAIN THE QUALITY OF FRESH MANGO". **Acta Hortic.** 1079, 473-480.

Sulaiman, Shaida Fariza, et al. "Correlation between total phenolic and mineral contents with antioxidant activity of eight Malaysian bananas (Musa sp.)". **Journal of Food Composition and Analysis** 24.1 (2011): 1-10.

Suntres ZE. Liposomal Antioxidants for Protection against Oxidant-Induced Damage. J Toxicol. 2011; art. no. 152474:1-16.

Suttirak, W., & Manurakchinakorn, S. 2014. In vitro antioxidant properties of mangosteen peel extract. **Journal of food science and technology,** *51*(12), 3546-3558.

Umagiliyage, Arosha & becerra mora, Nathalie & Kohli, Punit & Fisher, Derek & Choudhary, Ruplal. (2017). Antimicrobial efficacy of liposomes containing D-limonene and its effect on the storage life of blueberries. **Postharvest Biology and Technology.**

Venugaranti VV, Perumal OP, Chapter 9, Nanosystems for Dermal and Transdermal Drug Delivery, In: Pathak Y, Thassu D. Drug Delivery Nanoparticles Formulation and Characterization. New York: Informa Healthcare USA, Inc; 2009.; 26-55.

Vijayakumar, S., Presannakumar, G., & Vijayalakshmi, N. R. 2008. Antioxidant activity of banana flavonoids. Fitoterapia, 79(4), 279-282.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Wang, S. Y., & Gao, H. 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (Fragaria x aranassa Duch.). *LWT-Food Science and Technology*, *52*(2), 71-79.

Wardatun, Sri & Rustiani, Erni & Alfiani, Nella & Rissani, Desta. 2017. Study Effect Type of Extraction Method And Type of Solvent To Cinnamaldehyde and Trans-Cinnamic Acid Dry Extract Cinnamon (Cinnamomum burmanii [Nees & T, Nees]Blume). **Journal of Young Pharmacists**. 9. s49-s51.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวณัฐวดีกิติกานต์ ขุนรักษาพล
วัน-เดือน-ปีเกิด	21 กรกฎาคม 2538
สถานที่เกิด	จังหวัดจันทบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 5 หมู่ 5 ตำบลนายายอาม อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้