การพัฒนาสารเคลือบเรืองแสงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์มูลค่าสูง

DEVELOPMENT OF FLUORESCENT COATING SUBSTANCE FOR ANTI-COUNTERFEIT OF HIGH VALUE SEEDS

ดารินทิพย์ ทิพย์หินคง

DARINTHIP THIPHINKONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-AG-M-065-399

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF FLUORESCENT COATING SUBSTANCE FOR ANTI-COUNTERFEIT OF HIGH VALUE SEEDS

DARINTHIP THIPHINKONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE

SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABANG

2023
KMITL-2023-AG-M-065-399

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023
SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาสารเคลือบเรืองแสงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์มูลค่าสูง
ชื่อนักศึกษา	นางสาวดารินทิพย์ ทิพย์หินคง
รหัสนักศึกษา	62604011
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. พจนา สีขาว

บทคัดย่อ

การเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มเครื่องหมายเฉพาะลงบนผิวของเมล็ด สามารถสร้างเอกลักษณ์ ระบุความเป็นเจ้าของ และป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าสูง โดยใช้สารเรืองแสงชนิดต่างๆ ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและการเรืองแสงของสารเคลือบ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ตลอดจนการเรืองแสงและความยาวนานของการเรืองแสงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีชนิดของสารเรืองแสงที่ต่างกันเป็นกรรมวิธี ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ดังนี้ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin (T3 - T7) เตรียมสารเคลือบตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยผสมสารเคลือบทางการค้าจากบริษัท เซเรสอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด กับสารที่มีคุณสมบัติการเรืองแสงชนิดต่างๆ แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติของสารเคลือบ โดยตรวจสอบความเป็นกรดด่าง ความหนืดของสารเคลือบ ค่าการละลายฟิล์ม และการเรืองแสงของสารเคลือบ ผลการทดลองพบว่าสารเคลือบทุกกรรมวิธีมีคุณสมบัติของสารแต่ละลักษณะแตกต่างกันทางสถิติ โดย pH ของสารมีความเป็นกลาง ความหนืดและค่าการละลายฟิล์มอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ทำให้พบความสม่ำเสมอในการเคลือบทั้งเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin มีความสม่ำเสมอมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบการเรืองแสงของสารเคลือบทั้งการตรวจสอบภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาและเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ จากนั้นนำสารเคลือบที่เตรียมขึ้นทุกกรรมวิธีไปเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศโดยใช้เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบเมล็ดพันธุ์ระบบจานหมุน รุ่น RRC150 ด้วยอัตรา 140 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์แตงกวา 1 กิโลกรัม และ 180 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 1 กิโลกรัม แล้วนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบไปลดความชื้นด้วยเครื่องเป่าลมร้อน จากนั้นแบ่งเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบทุกกรรมวิธีออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกนำไปตรวจคุณภาพและการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ ส่วนที่สองนำไปตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการเร่งอายุ ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และส่วนที่สามนำไปติดตามคุณภาพและการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์หลังเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์) โดยเมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 ส่วน นำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ รวมถึงการเรืองแสงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Horiba Scientific รุ่น FluoroMax+ SpectroFluorometer ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร สำหรับ safranine riboflavin chlorophyll rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงทุกกรรมวิธีมีการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์และมีการคายแสงที่ความยาวคลื่นเฉพาะเจาะจง โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine ทั้งนี้ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อความงอก ดัชนีการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ทั้งในเมล็ดแตงกวาและมะเขือเทศ นอกจากนี้ยังคงพบการเรืองแสงถึงแม้ว่าเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไปแล้วถึง 12 เดือน ทั้งยังไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบและเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว สรุปได้ว่าการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมในการเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อสร้างเอกลักษณ์ตลอดจนป้องกันการปลอมแปลงให้กับเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of Fluorescent Coating Substance For Anti- Counterfeit of High Value Seeds
Student Name	Miss Darinthip Thiphinkong
Student ID	62604011
Degree	Master of Science
Department	Agriculture
Year	2023
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Potjana Sikhao

ABSTRACT

Seed coating is a viable approach to incorporating distinctive markers onto seed surfaces, enabling the creation of seed identity, owner identification, and safeguarding against counterfeit high-value seeds. Various fluorescent substances are utilized for this purpose, necessitating the examination of fluorescent properties on seed surfaces. Therefore, this experimental study aims to investigate the physical and fluorescence properties of seed coatings, as well as their impacts on the quality of coated seeds and longevity on seed surfaces. The study was conducted in the Seed Technology Laboratory, Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. A Completely Randomized Design (CRD) was employed, consisting of four replicates with seven treatments using different types of fluorescent substances. The seven treatments included: untreated seeds (T1), seeds coated with a single coating substance (T2), and seeds coated with a combination of safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine, and curcumin (T3 - T7). Prepared a coating substance by following to setting treatment starting by mixing the coating substance (Ceres International, Ltd) with different types of fluorescent substances. The objective was to examine the properties of the coatings, including pH, viscosity, film dissolution rate, and fluorescence. The results indicated that all fluorescent substances used in the seed coatings exhibited statistically significant differences in their respective characteristics. The pH levels of the coating substances were moderately neutral, the viscosity and film

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dissolution rate were within appropriate ranges, ensuring consistency in coating treatments for both cucumber and tomato seeds. Notably, seeds coated with a combination of curcumin exhibited the highest consistency in terms of coating quality. Fluorescent properties of the coating substances were observed under portable ultraviolet light and spectrofluorometer devices. Then, the prepared seed coating substances were applied to coat cucumber and tomato seeds using the RRC150 rotating dish seed coating machine at a rate of 140 milliliters per kilogram of cucumber seeds and 180 milliliters per kilogram of tomato seeds. Subsequently, the seed moisture content was reduced by employing hot air drying. The seeds, both coated and uncoated, were divided into three parts for further analysis. The first part of the seeds was subjected to quality assessment and evaluated for the fluorescent properties of the seed coatings. In the second part, accelerated aging testing was conducted by exposing the seeds to a temperature of 43 degrees Celsius for 72 hours to assess seed vigor. The third part of the seeds was carefully stored under controlled environmental conditions (14 degrees Celsius and 60% relative humidity) to monitor their quality and fluorescent properties over time. All three parts of the seeds were meticulously evaluated for various seed characteristics, including germination and germination index, under laboratory conditions. Fluorescent properties of the coatings were observed under a portable ultraviolet light device with wavelengths of 254 nanometers and a Horiba Scientific FluoroMax+ SpectroFluorometer with excitation wavelengths of 535, 482, 353, 314, and 311 nanometers for safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine, and curcumin, respectively. The experimental results revealed that seeds coated with a combination of fluorescent coating substances exhibited fluorescence on the seed surface with specific wavelength light emission, particularly seeds coated with a mixture of coating substances and rhodamine. Importantly, all coating treatments had no impact on the germination, germination index, or seed vigor of both cucumber and tomato seeds. Furthermore, even after a storage period of up to 12 months, fluorescence was still observed in the coated seeds. Additionally, statistically significant differences in seed quality were not observed between the uncoated seeds, the seeds coated with a single coating substance, and the seeds coated with a combination of fluorescent substances. Therefore, it can be concluded that the use of a coating substance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

in conjunction with rhodamine can be effective and most suitable in coating cucumber and tomato seeds, providing unique characteristics and safeguarding against counterfeiting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีขอขอบพระคุณท่านอาจารย์พจนา สีขาว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ ดร. ธิดารัตน์ แก้วคำ รศ.ดร. พรหมมาศ คูหากาญจน์ ผศ.ดร. ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส และ ดร. ปัทมา นิตไธสง ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ในที่นี้ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ และขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ บริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทุนในการวิจัย และ “ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักการวิจัยแห่งชาติ” ขอขอบพระคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อน พี่ และน้องระดับปริญญาโทที่คอยช่วยเหลือ คอยให้การสนับสนุนให้กำลังใจในการเรียน การทำวิจัยเป็นอย่างดี และขอขอบคุณตัวเองที่ตั้งใจ อดทนผ่านทุกอย่างมาได้

สุดท้ายนี้ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่บิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า

นางสาวดารินทิพย์ ทิพย์หินคง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating)	4
2.2 สารเรืองแสง และโครงสร้างสารเรืองแสง	8
2.3 การตรวจสอบโดยใช้สารที่เรืองแสงในกรณีต่างๆ	9
2.4 การระบุเครื่องหมายลงบนเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ	10
2.5 ปรากฏการณ์เรืองแสง/วาวแสง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	14
3.1 วิธีการทดลอง	14
3.2 การบันทึกข้อมูล	17
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	19
บทที่ 4 ผลการทดลอง	21
4.1 ผลการทดลอง	21
4.2 อภิปรายผลการทดลอง	51
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการทดลอง	54
5.2 ข้อเสนอแนะ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม..... 55
ภาคผนวก..... 61
ภาคผนวก ก..... 62
ประวัติผู้เขียน..... 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ความหนืด ความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าการละลายฟิล์มของสารเคลือบแต่ละกรรมวิธี	22
4.2	ความสม่ำเสมอของการเคลือบที่ผิวของเมล็ดพันธุ์แตงกวา (%) แต่ละกรรมวิธี	22
4.3	ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน	25
4.4	ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	28
4.5	ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน	31
4.6	ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ ที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง	34
4.7	เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน	38
4.8	ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสง ชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน	40
4.9	เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน	45
4.10	ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กราฟแสดงแสงที่เปล่งออกมาเมื่อมีแสงตกกระทบสารประกอบฟลูออเรสเซนซ์.....	13
3.2	ไดอะแกรมแผนการดำเนินงานการพัฒนาสารเคลือบเรืองแสงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์มูลค่าสูง.....	20
4.1	การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของสารเคลือบแต่ละกรรมวิธี โดยกำหนดให้ T2 คือ สารเคลือบเพียงอย่างเดียว และ T3 – T7 คือ สารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	23
4.2	สเปกตรัมการคายแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของสารเคลือบแต่ละกรรมวิธี โดยกำหนดให้ T2 คือ สารเคลือบเพียงอย่างเดียว และ T3 - T7 คือ สารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	24
4.3	การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่าน การเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7: เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	26
4.4	การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันกำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	27
4.5	การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.6	การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	30
4.7	การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 – T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	32
4.8	การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	33
4.9	การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 – T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	35
4.10	การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.11	การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษา เป็นเวลา 0 (a), 2 (b), 4 (c), 6 (d), 8 (e), 10 (f) และ 12 (g) เดือน T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3, T4, T5, T6 และ T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, Riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	42
4.12	การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน แกน x คือ ความเข้มข้นของการเรืองแสง (a.u.) แกน y คือ ความยาวคลื่น (nm) T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว T3, T4, T5, T6 และ T7: การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	43
4.13	การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษา เป็นเวลา 0 (a), 2 (b), 4 (c), 6 (d), 8 (e), 10 (f) และ 12 (g) เดือน T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3, T4, T5, T6 และ T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	49
4.14	การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน แกน x คือ ความเข้มข้นของการเรืองแสง (a.u.) แกน y คือ ความยาวคลื่น (nm) T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว T3, T4, T5, T6 และ T7: การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ.....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการกำหนดปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ในด้านเศรษฐกิจก่อให้เกิดรายได้จากการค้าระหว่างประเทศทั่วโลกมูลค่าถึง 7 พันล้านบาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2565) อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทยเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีภูมิอากาศที่เหมาะสมกับการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ทำให้เกษตรกรไทยมีความชำนาญในการเพาะปลูก จากข้อมูลสถิติจะเห็นได้ว่ามูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุมของประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในปี 2564 มีปริมาณการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม จำนวน 39,782,713.10 ตัน คิดเป็นมูลค่า 9,096.54 ล้านบาท ในขณะที่ปริมาณการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ควบคุม มีเพียง 23,432,759.5 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,020.19 ล้านบาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2565) ในวงการค้าเมล็ดพันธุ์ ณ ปัจจุบัน มีการแสวงหาผลประโยชน์จากการค้าโดยไม่คำนึงถึงคุณธรรม จรรยาบรรณ และจริยธรรม เช่น มีการจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ปลอมหรือลอกเลียนแบบ ตลอดจนการขโมยเมล็ดพันธุ์ตามแปลงผลิตของบริษัทอื่นๆ รวมทั้งการขโมยสายพันธุ์พ่อแม่ (Guan et al. 2013) ทำให้ผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ได้รับผลกระทบจากปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้หากนำเข้าสารเคลือบเรืองแสงจากต่างประเทศจะทำให้ต้นทุนในการผลิตเมล็ดพันธุ์มีราคาสูง จากประเด็นดังกล่าว การเคลือบเมล็ดพันธุ์อาจนำมาประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ โดยเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นการนำสารเคลือบที่มีลักษณะบางและสม่ำเสมอมาเคลือบลงบนผิวเมล็ดโดยไม่มีการเปลี่ยนรูปและสามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์ให้เกาะติดบนผิวเมล็ดอย่างไม่หลุดร่วง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มศักยภาพในการเก็บรักษาและยังช่วยนำพาสารออกฤทธิ์ในปริมาณที่เหมาะสมให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์เพื่อส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ได้ (บุญมี ศิริ. 2558) ซึ่งการเคลือบเมล็ดมีการพัฒนาเครื่องมือและขั้นตอนมาจากอุตสาหกรรมยาโดยใช้พอลิเมอร์ที่มีความเหนียวและมีส่วนผสมของสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีช่วยให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีขึ้น โดยช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกจากการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยธาตุอาหารพืช สารควบคุมการเจริญเติบโต ฮอร์โมน และสารป้องกันกำจัดโรคและแมลง เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบจะมีสีสันโดดเด่น เป็นเอกลักษณ์ง่ายต่อการจำแนก ป้องกันการปลอมปนของพันธุ์ และใช้เป็นจุดขายที่ดีทางการตลาด ตลาดเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบันมีการเคลือบเมล็ดพันธุ์เพียงแค่มีสีสันเท่านั้น ซึ่งเป็นการบ่งบอกเอกลักษณ์หรือบ่งบอกความเป็นเจ้าของของเมล็ดพันธุ์ที่ยังไม่เฉพาะเจาะจง จึงทำให้มีการทำเมล็ดพันธุ์ปลอมหรือลอกเลียนแบบขึ้นมาได้ง่าย เกษตรกรผู้ใช้เมล็ดพันธุ์จึงมีความเสี่ยงที่จะได้ใช้เมล็ดพันธุ์ปลอมหรือลอกเลียนแบบ ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ หากเกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์ดังกล่าวอาจส่งผลเสียหายต่อการผลิตพืช ซึ่งการผลิตพืชจะประสบความสำเร็จมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูก ดังนั้นหากนำเมล็ดพันธุ์มาเคลือบด้วยสารที่มีความจำเพาะเจาะจงมากขึ้นก็อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ได้ ดังเช่นงานทดลองของ Guan et al. (2013) ใช้ rhodamine B ที่มีความเข้มข้นต่างกันเคลือบลงบนเมล็ดพันธุ์ยาสูบ แล้วนำไปตรวจสอบหาการเรืองแสงที่ความยาวคลื่น 530-560 นาโนเมตร พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย rhodamine B มีการเรืองแสงเป็นสีแดง และไม่พบการเรืองแสงสีแดงจากเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ ต่อมา พจนา สีขาว และคณะ (2558) ได้ใช้ riboflavin ที่ความเข้มข้นต่างกันเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์แตงกวา จากนั้นเก็บรักษาเป็นเวลา 10 เดือน แล้วนำไปตรวจสอบเสถียรภาพของการเรืองแสงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร และเครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์โฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 447 นาโนเมตร พบว่า riboflavin ที่เคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ยังคงมีการเรืองแสงถึงแม้ว่าเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไปแล้วถึง 10 เดือน ซึ่งไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ชนกเนตร ชัยวิชา และบุญมี ศิริ (2559) เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับสารเรืองแสง rhodamine B ที่ความเข้มข้นต่างกัน นำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเรืองแสงโดยใช้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร ยังพบว่ามีการเรืองแสงเป็นสีส้มบนผิวของเมล็ดพันธุ์และต้นกล้ามะเขือเทศ นอกจากนี้ พบว่าสาร rhodamine B ที่ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง และเกศินี ถนอมขวัญ และคณะ (2561) เคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาโดยใช้ rhodamine B, curcumin และ auramine O ที่มีความเข้มข้นต่างกัน แล้วนำไปตรวจสอบหาการเรืองแสงที่ความยาวคลื่น 610, 540 และ 525 นาโนเมตร ตามลำดับ พบว่าเมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสงแต่ละชนิดมีความจำเพาะของการเรืองแสงในช่วงความยาวของคลื่นแสงที่แตกต่างกัน สามารถนำสารเรืองแสงมาเป็นแนวทางในการสร้างเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์แตงกวาได้ ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์พร้อมกับการเพิ่มเครื่องหมายลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์แตงกวา และเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์พืชที่มีมูลค่าสูง โดยใช้สารเรืองแสงชนิดต่างๆ ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์โดยการตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ จะสามารถสร้างเอกลักษณ์ ระบุความเป็นเจ้าของ ป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อพัฒนาสูตรตำรับสารเคลือบผสมสารเรืองแสงที่ใช้กับเมล็ดพันธุ์มูลค่าสูง

1.2.2 เพื่อตรวจสอบการเรืองแสงและความยาวนานของการเรืองแสงบนผิวของเมล็ดพันธุ์

1.2.3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบเมล็ดและการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้สารเคลือบเรืองแสงที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในเชิงพาณิชย์

1.3.2 ได้ชนิดของสารเรืองแสงที่เหมาะสมในการเคลือบเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ โดยไม่ทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ลดลง

1.3.3 ได้กระบวนการเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมที่เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเรืองแสงบนผิวของเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating)

2.1.1 ความหมายของการเคลือบเมล็ดพันธุ์

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ หมายถึง การสะสมของสารในลักษณะบางเบาและมีความหนาอย่างสม่ำเสมอจนเป็นเยื่อบางเกาะติดแน่นไม่หลุดร่วงคลุมรอบเมล็ดพันธุ์โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเมล็ด (ภาณี ทองพำนัก และคณะ. 2540) ซึ่งมีการพัฒนาเครื่องมือและขั้นตอนมาจากอุตสาหกรรมการเคลือบยาโดยใช้พอลิเมอร์ที่มีความเหนียวและมีส่วนผสมของสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ (McDonald and Kwong. 2005) ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงการปฏิบัติต่อเมล็ดที่ใช้กันมากในธุรกิจเมล็ดพันธุ์ โดยสารที่เคลือบเมล็ดจะต้องไม่ทำให้เมล็ดมีรูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไป และมักจะใช้ร่วมกับสารป้องกันโรคและแมลง ธาตุอาหารพืช และสารประกอบอื่นๆ ที่มีผลโดยตรงต่อเมล็ดพันธุ์ (Copeland and McDonald. 1995) นอกจากนี้ยังมีการเคลือบเพื่อเพิ่มฮอร์โมน (Greipsson. 2001) วัตถุประสงค์ประการสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้จำแนกแหล่งที่มา ชนิด พันธุ์พืช หรือระบุความเป็นเจ้าของ โดยทั่วไปการสร้างเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์ทำได้โดยการเคลือบสี (Welbaum. 1997) หรือสารเรืองแสงชนิดต่างๆ บนผิวของเมล็ดพันธุ์ ส่วนการจำแนกความเฉพาะเจาะจง ทำได้โดยการสังเกตุหรือใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีคลื่นจำเพาะต่อชนิดของสารเรืองแสงที่มีการออกแบบเฉพาะ ชนิดของสารเรืองแสงที่นำมาใช้กันทั่วไป ได้แก่ Dibenzalacetone และอนุพันธุ์ของ Benzaldehyde (Spessotto et al. 2002; Feijo and Moreno. 2004; Hebbern et al. 2005; Xi et al. 2008)

2.1.2 องค์ประกอบของสารเคลือบ

2.1.2.1 สารออกฤทธิ์ (active ingredient)

สารออกฤทธิ์ที่เลือกใช้จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเคลือบซึ่งสารออกฤทธิ์ที่นิยมใช้ ได้แก่ สารป้องกันกำจัดเชื้อรา สารป้องกันกำจัดแมลง ธาตุอาหาร ฮอร์โมน และสารเร่งการเจริญเติบโต ซึ่งมักใช้ร่วมกับพอลิเมอร์ที่มีลักษณะเหนียว เพื่อใช้เป็นสารยึดเกาะให้สารออกฤทธิ์ติดกับเมล็ดพันธุ์ได้เป็นอย่างดี จากการทดลองของ (ภาณี ทองพำนัก และคณะ. 2540) พบว่าเมล็ดพันธุ์ฟักทองที่เคลือบด้วย captan ไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อราและมีความงอกสูงกว่าเมล็ดปกติ Ester et al. (2003) พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลีขาว และกะหล่ำดอกด้วยสารป้องกันแมลง Imidacloprid ในอัตรา 24-48 g a.i. ต่อเมล็ดพันธุ์ 100,000 เมล็ด ช่วยป้องกันการทำลายของด้วงเต่าและเพลี้ยกะหล่ำ และการใช้ Spinosad อัตรา 70 g a.i. ต่อเมล็ดพันธุ์ 100,000 เมล็ด ช่วยป้องกันการทำลายของหนอนแมลงเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รากกะหล่ำและหนอนผีเสื้อได้ Qiu et al. (2005) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ rape ด้วยสาร Uniconazole ซึ่งเป็น plant growth retardant พบว่าช่วยให้รากมีความแข็งแรง มีการตั้งตัวและการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีขึ้น สายสุดา โยวราช (2557) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับ IBA แล้วตรวจสอบคุณภาพและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบและติดตามคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังจากการเคลือบ แต่พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบ IBA มีความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสารหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลานาน 6 เดือน นอกจากนี้ จิราภรณ์ หาญสุรีย์ และบุญมี ศิริ (2561) ยังพบว่าเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมที่เคลือบด้วยฮอร์โมนพืชผสม GA_3 ความเข้มข้น 4% ผสมกับ IBA ความเข้มข้น 0.1% ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชชนิดเดียว ดังนั้นสรุปได้ว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาด้วยฮอร์โมนพืชผสมทำให้ความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าดีกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืชชนิดเดียว

2.1.2.2 สารยึดเกาะ (binder)

เป็นสารที่เติมลงไปในตำรับสารเคลือบเพื่อให้สารออกฤทธิ์ต่างๆ ยึดเกาะติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ดีขึ้น เพราะถ้าหากสารออกฤทธิ์ต่างๆหลุดร่วงก็จะทำให้มีการออกฤทธิ์ลดลง และสารยึดเกาะยังสามารถใช้ในการปรับการผ่านเข้าออกของน้ำได้ เพราะหากมีเฉพาะพอลิเมอร์อาจทำให้น้ำผ่านเข้าสู่เมล็ดไม่ได้ การงอกจะไม่เกิดขึ้น (Pamuk. 2004) โดยการเลือกใช้สารยึดเกาะนั้นควรคำนึงถึงการเข้ากันได้ระหว่างสารยึดเกาะที่ใช้กับองค์ประกอบอื่นของสารเคลือบซึ่งต้องให้แรงยึดเกาะที่เพียงพอ สำหรับสารที่ไม่มีคุณสมบัติยึดเหนี่ยวกันเลยนั้น ถ้านำมาทำสารเคลือบควรเลือกใช้สารยึดเกาะที่มีแรงยึดเกาะสูง ชนิดของสารยึดเกาะ ได้แก่ starch, pregelatinized starch, gelatin, sugar, acacia, tragacanth, polyvinylpyrrolidone (PVP หรือ Kollidon), methylcellulose (MC), sodium carboxymethylcellulose, ethylcellulose, hydroxypopylmethyl cellulose (HPMC), polyacry-lamides, polyvinyl oxazolidone, polyethylene glycol, precirol (Daengpraset, 1987) ซึ่งสารยึดเกาะที่นิยมใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ gelatin และ HPMC แต่การใช้ HPMC เป็นสารยึดเกาะในการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวามีผลต่อความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น gelatin จึงนิยม ใช้เป็นสารยึดเกาะในการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวามากกว่า (Petch et al. 1991) ในส่วนของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศนั้นนิยมการใช้ polyvinyl pyrrolidone (PVP) เพราะไม่มีผลต่อคุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2557) ดังเช่นงานทดลองของ กิตติวรรณ กล้ารอด และบุญมี ศิริ (2559) ใช้ Polyvinylpyrrolidone (PVP-K90) ความเข้มข้น 4.0% ร่วมกับฮอร์โมนพืช 3 ชนิด เคลือบลงบนเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พบว่าไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ อีกทั้งยังทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช และ พัชรา คำพันธ์ และบุญมี ศิริ (2564) ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Polyvinylpyrrolidone K30 (PVP-K30) ความเข้มข้น 7% ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เคลือบลงบนเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม พบว่าหลังการเคลือบไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์เปลี่ยนแปลง โดยเมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น และในสภาพเรือนทดลอง ต้นกล้าแตงกวามีความยาวของต้น และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ จักรพงษ์ กางโสภา และคณะ (2559) พบว่าการละลายแผ่นฟิล์มของ carboxyl methyl cellulose (CMC) อัตรา 0.8 กรัม ผสมรวมกับ polyvinyl pyrrolidone (PVP-K90) อัตรา 1 กรัม สามารถละลายน้ำได้ดี ตรวจสอบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลองพบว่าเมล็ดพันธุ์มีความงอกดีที่สุด ทั้งหลังการเคลือบและหลังการเก็บรักษานาน 6 เดือน

2.1.2.3 ตัวทำละลาย (solvent)

ตัวทำละลาย คือ ของเหลวที่ระเหยได้ซึ่งใช้ในสารเคลือบเพื่อละลายสารยึดที่เป็นของแข็งหรือที่มีความหนืดสูงให้ได้เป็นเนื้อเดียวกัน นอกจากนี้หน้าที่ของตัวทำละลาย คือ ไปละลายหรือทำให้เกิดการกระจายตัวของพอลิเมอร์และสารเติมต่างๆ แล้วพาสารเหล่านี้ไปยังผิวของเมล็ดพันธุ์ที่จะเคลือบ (ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. 2534) ตัวทำละลายที่ดีควรจะมีความสามารถละลายหรือทำให้เกิดการกระจายตัวของพอลิเมอร์และส่วนประกอบอื่นๆ ในสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ได้ จะต้องไม่มีความหนืดมากเกินไป เพราะจะก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตควรเป็นสารที่มีอัตราการทำให้แห้งเร็ว และไม่เกิดมลภาวะเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตัวทำละลายที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ น้ำ, ethanol, methanol, isopropanol, chloroform, acetone, methyl ethyl ketone (MEK) และ methyl chloride (ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. 2534; อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548) โดยงานทดลองของ ผดุงขวัญ จิตโรภาส และคณะ (2551) ได้พัฒนาสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด โดยพอลิเมอรที่ศึกษาคืออนุพันธของเซลลูโลส และ ไวนิลไพโรลิโดน และตัวทำละลายที่เลือกใช้คือ น้ำ และ แอลกอฮอล ผลการศึกษาพบวาเมล็ดพันธุข่าวโพดที่เคลือบด่วยไวนิลไพโรลิโดนมีลักษณะผิวเรียบและมีความวาวมากกวา การใช่น้ำเปนตัวทำละลายทำให่เมล็ดพันธุข่าวโพดมีลักษณะผิวที่ดีกวาการใช่แอลกอฮอล และไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

2.1.2.4 พลาสติกไซเซอร์ (plasticizer)

เป็นสารที่เติมลงไปในตำรับของสารเคลือบเพื่อให้ได้ลักษณะของฟิล์มที่ต้องการ ทำให้ฟิล์มที่ได้มีความอ่อนตัว และความยืดหยุ่นดี มีความทนทานสูง มีการยึดเกาะกับสารอื่นได้ดี (ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. 2534; อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548) สอดคล้องกับ พิสิทธิ์ สุทธิอารมณ์ และภารุณี ถนอมเกียรติ (2535) ได้อธิบายว่าพลาสติกไซเซอร์เป็นสารที่ใส่ลงไปเพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพในด้านความยืดหยุ่น (flexibility) ของฟิล์ม พลาสติกไซเซอร์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมักจะมีลักษณะคล้ายคลึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่มีการปรับสภาพ ดังนั้นสารที่มีหมู่ไฮดรอกซิลในโมเลกุล เช่น polyols (glycerol, propylene glycol และ polyethylene glycols) จะเป็นพลาสติกไซเซอร์ที่ดีที่สุดให้กับพอลิเมอร์ในกลุ่ม water-soluble cellulose ethers ที่มีหมู่ไฮดรอกซิลในสัดส่วนที่มาก ในทางตรงกันข้าม สารกลุ่ม organic esters (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง citric acid และ phthalic acid) จะเป็นพลาสติกไซเซอร์ที่ดีที่สุดให้กับ พอลิเมอร์ กลุ่ม cellulose ethers ที่มีขั้วน้อยกว่า (ได้แก่ cellulose acetate phthalate, hydroxypropyl methylcellulose และ phthalate) (อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548) โดยงานทดลองของ สุวารี กอเกษตรวิศว์ และคณะ (2553) ใช้ Hydroxypropyl methylcellulose, Hydroxypropyl methylcellulose ผสมกับ Polyacrylate และ Hydroxypropyl methylcellulose ผสมกับ Vinyl acetate เป็นสารก่อฟิล์มทำให้สารเคลือบมีค่าความหนืดประมาณ 300 cps มีความสม่ำเสมอของการเคลือบ ไมมีผลตอความงอกของเมล็ดพันธุหลังการเคลือบ และพบว่าการเคลือบทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุมากกวาเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ

2.1.2.5 สี (colorants)

ใช้เพื่อช่วยให้เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบมีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ สีที่เด่นชัดทำให้มองเห็นง่ายเมื่ออยู่ในแปลงปลูก ง่ายต่อการจดจำของเกษตรกรผู้ใช้เมล็ดพันธุ์ การสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์โดยการเคลือบสีสามารถใช้จำแนกแหล่งที่มา ชนิด พันธุ์พืช หรือระบุความเป็นเจ้าของ (พจนา สีขาว. 2559) และบ่งบอกว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่จะนำไปใช้เพาะปลูกไม่ควรนำไปบริโภคหรือเลี้ยงสัตว์ สีที่ใช้ควรเป็น pigments หรือ insoluble dyes ที่ไม่ละลายในตัวทำละลายที่ใช้ เพราะตัวทำละลายที่ใช้จะระเหยได้เร็ว ถ้าใช้สีที่ละลายในตัวทำละลายได้ก็จะทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับการย้ายที่ของสี ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบมีการติดสีที่ผิวเมล็ดไม่สม่ำเสมอ (พิสิทธิ์ สุทธิอารมณ์ และภารุณี ถนอมเกียรติ. 2535)

2.1.2.6 สารเติมแต่ง (additives)

เป็นสารที่มีคุณสมบัตินอกจากที่กล่าวข้างต้น เช่น สารห่อหุ้มและเพิ่มความเนียน (opaquant extenders) เป็นสารอนินทรีย์ที่มีผงละเอียดมาก ใช้เพื่อช่วยลดปริมาณของสี เพราะสีมีราคาแพง แต่จะใช้เฉพาะเมื่อไม่ต้องการให้ฟิล์มโปร่งแสงเท่านั้น และยังช่วยให้ได้สีที่มีความเข้มต่างๆ สารห่อหุ้มและเพิ่มความเนียนที่ใช้กันมากที่สุด คือ titanium dioxide เพราะทำให้ขาวและสะท้อนเป็นเงาสวย นอกจากนั้นยังมี silicate (talcum aluminum silicate), carbonate (magnesium carbonate), sulfate (calcium sulfate), oxides (magnesium oxide) และ hydroxide (aluminium hydroxide) (พิสิทธิ์ สุทธิอารมณ์ และภารุณี ถนอมเกียรติ. 2535; ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. 2534; อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548) ดังเช่นงานทดลองของ ณัฐชญา สายคำวงศ์ และบุญมี ศิริ (2562) ใช้สารเคลือบเมล็ดพันธุ์โดยละลาย Gum arabic ความเข้มข้น 3% ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง (25±1°C) เติมสารเติมแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Titanium dioxide (TiO_2) ความเข้มข้น 2% ผสมร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน สารเรืองแสงเป็นสารเติมแต่ง เพื่อสร้างเอกลักษณ์ แสดงความเป็นเจ้าของ นำมาเคลือบเมล็ดพันธุแตงกวา โดยใช gelatin เป็นพอลิเมอร์ แล้วแบงเมล็ดพันธุเปนสองสวน สวนแรกนำไปตรวจสอบการเรืองแสงในชวงคลื่นที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปลา และเมล็ดพันธุสวนที่สองนำไปตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุหลังจากการเคลือบและหลังจากการเรงอายุ พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุแตงกวาดวยพอลิเมอรรวมกับสารเรืองแสงไมมีผลต่อความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุแตงกวาด้วยสารเคลือบเรืองแสงสามารถสร้างความเปนเอกลักษณของเมล็ดพันธุซึ่งสามารถตรวจสอบได้ (พจนา สีขาว และคณะ. 2555) ต่อมา ปวริศา เอี่ยมงาม และคณะ (2564) ได้ศึกษาคุณสมบัติของสารเคลือบเมล็ดที่ได้จากอนุพันธ์คูมารินร่วมกับ พอลิกลูตามิกแอซิด (Polyglutamic acid, PGA) ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศราชินี ตรวจสอบสารเรืองแสงอนุพันธ์คูมาริน เพื่อใช้เป็น Marker และพอลิกลูตามิกแอซิดต่อการงอกของต้นมะเขือเทศราชินี แล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่าพอลิกลูตามิกแอซิด ให้อัตราการงอก 100 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยความยาวรากและความยาวยอดเท่ากับ 47.327 ± 0.564 ซึ่งมีค่าความยาวมากที่สุด

2.2 สารเรืองแสง และโครงสร้างสารเรืองแสง

การเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อสร้างเอกลักษณ์ ระบุความเป็นเจ้าของ ตลอดจนป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ ทำได้หลายวิธี วิธีการหนึ่งที่เลือกใช้ คือ การใช้สารเรืองแสงเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ แล้วสังเกตุหรือใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีคลื่นจำเพาะต่อชนิดของสารเรืองแสง ซึ่งสารประกอบสารเรืองแสงส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วย

- Aromatic rings, aliphatic และ alicyclic carbonyl compounds บางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมี conjugate double-bonds ให้ฟลูออเรสเซนซ์ได้
- unsubstituted aromatic hydrocarbons ในสารละลายให้ฟลูออเรสเซนซ์ และ quantum efficiency เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวน rings เพิ่มขึ้น
- heterocyclic compounds อย่างง่าย ไม่ให้ฟลูออเรสเซนซ์ เช่น แต่ fused-ring structures ที่มี rings เหล่านี้ ให้ฟลูออเรสเซนซ์

สารอนินทรีย์ส่วนมากไม่เปล่งแสง แต่มีบางตัวซึ่งเปล่งแสงได้เมื่อเติมสารเคมีลงไปเล็กน้อย เช่น ซิงค์ซัลไฟด์ (ZnS) และ แคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) ในสภาวะของแข็ง เมื่อเติมไอออนของซิลเวอร์ (Ag) คอปเปอร์ (Cu) หรือแมงกานีส (Mn) ปริมาณน้อยๆ ลงไปจะเกิดการเปล่งแสงได้ ส่วนสารอินทรีย์บางชนิดที่สามารถเปล่งแสงเมื่อได้รับพลังงาน เช่น ไรโบฟลาวิน คลอโรฟิลล์ Betalain แคโรทีน เป็นต้น (ชิตสกนธ์ ภักดิ์แจ่มใส. 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การตรวจสอบโดยใช้สารที่เรืองแสงในกรณีต่างๆ

Svendsen et al. (2008) ได้ศึกษาเทคนิค in situ hybridization ที่เรืองแสงเพื่อการตรวจหาเชื้อ Rickettsia spp. ในตัวอย่างที่รวบรวมไว้ โดยการส่งสัญญาณเรืองแสงที่ได้มาจาก Rick_Cy3, Rick_FITC และ EUB338_FITC เมื่อส่งสัญญาณเรืองแสงนี้ไปที่เชื้อต่างๆ พบว่าสัญญาณเรืองแสง Rick_Cy3 และ Rick_FITC สามารถตรวจพบเชื้อ Rickettsia australis ส่วนสัญญาณเรืองแสง EUB338_FITC สามารถตรวจพบเชื้อ R. Typhi, Legionella pneumophila และ เชื้อ P. vulgaris OX2 ในปีเดียวกัน Francis et al. (2008) ใช้การเรืองแสงทางเคมีเพื่อตรวจหา alkaloids ในต้นฝิ่น (*Papaver somniferum*) โดยสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์สารเรืองแสงทางเคมี คือ Potassium permanganate และ Tris (2,2-bibyridyl) ruthenium (III) พบว่าการใช้ Tris (2,2-bibyridyl) ruthenium (III) เหมาะสมกับการตรวจหา alkaloid ชนิด non-phenolic มากที่สุด เช่น codeine, 6-methoxycodeine, noscapine และ thebaine และการใช้ Potassium permanganate มีข้อจำกัดมากที่สุดในการตรวจหา alkaloid ชนิด phenolic morphinan เช่น morphine, buprenorphine, naloxone และ oripavine ซึ่งก่อนหน้านี้ Konstantinova et al. (2002) ศึกษาชนิด chlorophyll เรืองแสงที่เป็นวิธีสำหรับปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวบาเลย์ 6 พันธุ์ โดยใช้ Seed Scan I Laser Sorter วัดสัญญาณ chlorophyll ที่เรืองแสง 3 ชนิด คือ ส่งสัญญาณที่ระดับความยาวคลื่น สูง กลาง และต่ำ แล้วตรวจสอบความงอกของเมล็ด พบว่าสัญญาณ chlorophyll เรืองแสงที่ระดับความยาวคลื่นต่ำ และปานกลาง ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกมากที่สุด Barber and Parkin (2003) ศึกษาเทคนิค tracer ที่เรืองแสง เพื่อวัดปริมาณตกค้างของยาฆ่าแมลงที่ฉีดพ่นในดิน โดยประยุกต์ใช้สีย้อม Tinopal CBS-X ที่เรืองแสงเป็นเครื่องมือวัดปริมาณตกค้างในดิน พบว่าเมื่อฉีดพ่นลงบนตำแหน่งที่ต่างกันทำให้ปริมาณ Tinopal CBS-X มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง Tinopal CBS-X ที่ตกค้างในแต่ละตัวอย่างเมื่อฉีดพ่นในตำแหน่งที่แตกต่างกัน โดยตัวอย่างดินมีการสะสมของปริมาณสารตกค้างในดินเล็กน้อย จุฑามาส คุ้มชัย (2558) ศึกษาวิธีตรวจสารพิษตกค้างในผักผลไม้ด้วยการใช้สารเรืองแสง ซึ่งสารเรืองแสงที่ใช้เป็นแบบ time-temperature color ใช้ในทางการแพทย์ โดยใช้ Luminol กับ Fe-EDTA ทดสอบในผักกาดขาวพบว่าสารละลายไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อใบผัก และสามารถเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนระหว่างสีของ Luminol และ Fe-EDTA ได้ด้วยตาเปล่า เมื่อได้รับแสง UV ภายใต้กล่องทึบแสงจะมีการเรืองแสงเกิดขึ้น ทำให้สามารถแยกความแตกต่างของใบผักที่ได้รับและไม่ได้รับสารเรืองแสงได้ด้วยตาเปล่า และในปีต่อมา ธนะชัย พันธเกษมสุข และคณะ (2559) ศึกษาทดสอบการใช้สารเรืองแสง CMU1 (an aromatic fluorescence substance) เพื่อใช้เป็นสารบ่งชี้การตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในพืชผัก โดยการฉีดพ่นใบผักคะน้าจีนในสภาพแปลงปลูกด้วยชุดการทดลอง 1) สารละลาย CMU1 ความเข้มข้น 2.5 mg/l + สาร chlorpyrifos ความเข้มข้น 1 mg/l, 2) สาร CMU1 ความเข้มข้น 2.5 mg/l + สาร 2%Fe–EDTA + สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

chlorpyrifos 1 mg/l ตรวจสอบการเรืองแสงของสารละลายในใบผักภายใต้แสงUV ในกลองมืดทุกวันเป นเวลา 14 วัน พบวาสาร CMU1 ที่มีและไม่มี Fe-EDTA สามารถเรืองแสงสีฟ้าได้นาน 7วัน ภายหลังการฉีดพน สรุปไดวา CMU1 เปนสารเรื่องแสงที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อใชเป็นดัชนีในการบงชี้การตกคางของสารปองกันกำจัดศัตรูพืช

2.4 การระบุเครื่องหมายลงบนเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ

การสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์โดยการระบุเครื่องหมายลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์อันจะเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์แบบย้อนกลับถึงแหล่งผลิต ชนิดพืช ชนิดพันธุ์ ป้องกันการปลอมปนเมล็ดพันธุ์ และระบุความเป็นเจ้าของเมล็ดพันธุ์ของแต่ละบริษัท ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสำหรับธุรกิจเมล็ดพันธุ์อย่างหนึ่ง ได้แก่ การใช้ Audio MarQ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความเป็นเจ้าของเมล็ดด้วยเสียง โดยเมล็ดพันธุ์ต้องผ่านการเคลือบด้วยสารที่เป็น marker ของบริษัทนั้นๆ สามารถตรวจสอบผ่านพลาสติก กระดาษ ถุงกระสอบ และยังสามารถตรวจสอบเมล็ดเดี่ยวหลังจากปลูกในแปลงได้นานถึง 8 สัปดาห์ (ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551) ต่อมาเพื่อการตรวจสอบเอกลักษณ์และรับรองความแท้ของพันธุ์และเมล็ดพันธุ์พืช ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์ (2552) จึงได้พัฒนาโมเลกุลดีเอ็นเอบอกเอกลักษณ์บนพื้นฐานของการดัดแปรชิ้นส่วนดีเอ็นเอเป้าหมายบนหน่วยดีเอ็นเอที่สามารถเพิ่มปริมาณได้และใช้ทดสอบเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสายพันธุ์สีดาทิพย์ 1 ด้วยวัสดุเคลือบที่สลายตัวได้ในธรรมชาติ พบว่าความเข้มข้นของโมเลกุลดีเอ็นเอบอกเอกลักษณ์ที่เหมาะสมควรมากกว่า 1µg/L ของปริมาตรวัสดุเคลือบ และเมื่อเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์แล้วสามารถต้านการสลายตัวในสภาวะเก็บที่ควบคุมอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในสภาวะปิดผนึกอย่างน้อย 6 เดือน สำหรับการตรวจสอบเอกลักษณ์และรับรองความเป็นพันธุ์แท้ ดำเนินการบนพื้นฐานของหลักการทางยีนเซ็นเซอร์ร่วมกับการเรืองแสงของดีเอ็นเอ พบว่าเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยดีเอ็นเอเท่านั้นที่พบโมเลกุลของดีเอ็นเอ บอกเอกลักษณ์และสามารถตรวจสอบการเรืองแสงได้ และ พจนา สีขาว และคณะ (2553) ได้ใช้หลักการเดียวกันในการสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาเพื่อป้องกันการปลอมหรือลอกเลียนแบบของเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์พ่อแม่หลังจากนำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วยโมเลกุลของดีเอ็นเอไปตรวจสอบแล้ว พบว่าเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยโมเลกุลของดีเอ็นเอเท่านั้นที่มีแถบดีเอ็นเอปรากฏเช่นเดียวกับแถบของดีเอ็นเอที่ใช้เคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์ จึงทำให้สามารถบ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์ได้ โดยการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยดีเอ็นเอไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เช่นเดียวกับ พจนา สีขาว และคณะ (2555) ได้สร้างเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์แตงกวาโดยการเคลือบด้วยไรโบฟลาวิน ซึ่งเป็นสารที่พบในธรรมชาติ แล้วศึกษาเสถียรภาพของการเรืองแสงระหว่างการเก็บรักษาในห้องที่ไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่า สามารถใช้ไรโบฟลาวินเพื่อเป็นเอกลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับเมล็ดพันธุ์ได้และยังคงมีการเรืองแสงถึงแม้ว่าเก็บรักษาไปแล้วถึง 10 เดือน นอกจากนี้ ชนกเนตร ชัยวิชา (2559) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย rhodamine B แล้วนำไปเร่งอายุที่ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบด้วยสารเรืองแสง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบ Tian et al. (2013) ใช้ rhodamine B และ safranine T เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเรืองแสงไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของต้นกล้า และงานทดลองของ Tian et al. (2014) ที่ทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาร่วมกับสารเรืองแสง rhodamine B โดยตรวจสอบการเรืองแสงในระยะต้นกล้า พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารเรืองแสง rhodamine B ไม่มีผลทางลบต่อความงอกความเร็วในการงอก และมีการเรืองแสงในต้นกล้าที่มีอายุ 16 วันหลังปลูก ในขณะเดียวกัน Guan et al. (2013) ใช้สารเรืองแสงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ยาสูบ โดยวิธีการแช่ให้สารเรืองแสงซึมเข้าสู่เมล็ด และเคลือบด้วยผงสารเรืองแสง พบว่าไม่มีผลต่อความงอกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้า ต่อมา Thiphinkong and Sikhao (2021) ได้สร้างเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์แตงกวา โดยการใช้สารเคลือบเรืองแสงที่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าไม่มีผลต่อการงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ รวมถึงเป็นวิธีที่สะดวกและมีประสิทธิภาพ ซึ่งการใช้สารเรืองแสงเคลือบเมล็ดพันธุ์ จะมีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันดังนั้น วิธีการสร้างเอกลักษณ์หรือเครื่องหมายบนผิวของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการเคลือบจึงเป็นวิธีที่ควรนำมาใช้เพื่อระบุความเป็นเจ้าของเมล็ดพันธุ์พืชชนิดต่างๆ ได้และควรได้มีการวิจัยพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทย

2.5 ปรากฏการณ์เรืองแสง/วาวแสง

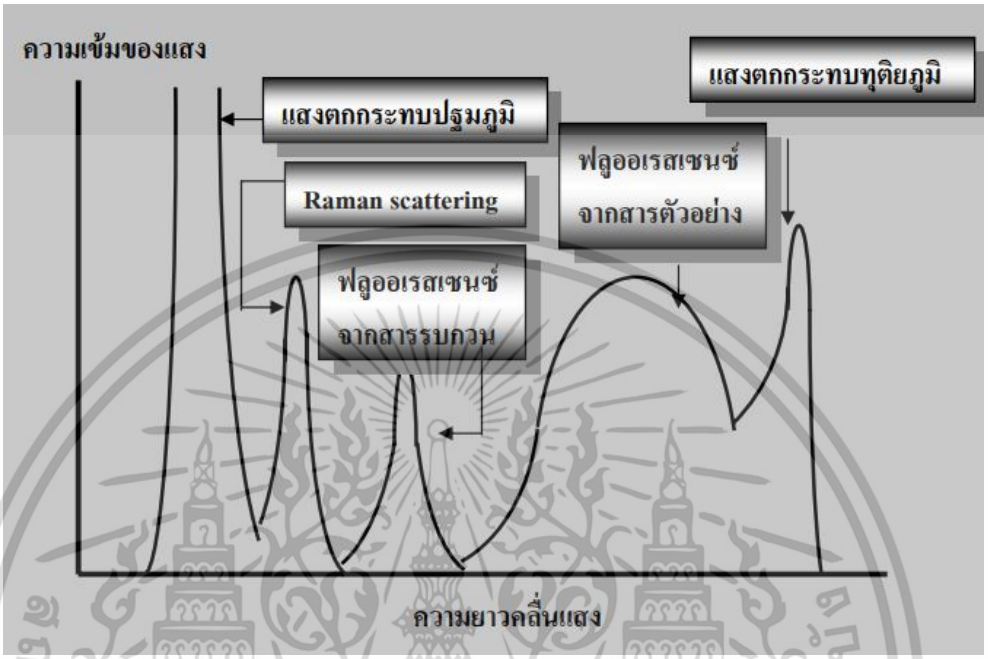
การเรืองแสงแบบต่างๆ นั้นเกิดการที่ตัวสารนั้นดูดกลืนโฟตอนของแสงเข้าไป แล้วไม่สามารถเกิดการขยับตัวไปมาของโครงสร้างได้ เลยทำให้มีความเครียดของโครงสร้างสูง ดังนั้นโมเลกุลของสารกลุ่มนี้จึงต้องปล่อยโฟตอนที่มีพลังงานต่ำกว่าออกมาทันทีทำให้เกิดการเรืองแสงแบบ Fluorescence การเรืองแสง (luminescence) คือการปลดปล่อยแสงออกจากสารหนึ่งโดยการกระตุ้นด้วยแสง ปฏิกิริยาเคมีหรือรังสีอิออไนซ์ (ionizing radiation) เช่น รังสีเอกซ์ การเรืองแสง (luminescence) มี 2 ชนิด คือ ฟลูออเรสเซนท์ (fluorescence) และ ฟอสฟอเรสเซนท์ (phosphorescence) ฟลูออเรสเซนท์ (fluorescence) คือ การเรืองแสงชนิดที่การปลดปล่อยแสงออกมาเกิดขึ้นทันทีทันใดภายในเวลา 10^{-8} วินาที และหยุดทันทีเมื่อเลิกการกระตุ้น ฟอสฟอเรสเซนท์ (phosphorescence) เป็นการเรืองแสงชนิดที่การปลดปล่อยแสงออกมาเกิดขึ้นหลังจากได้รับการกระตุ้นแล้วนานกว่า 10^{-8} วินาที และการเรืองแสงดำเนินต่อไปอีกนานกว่าสัดส่วนของวินาทีเมื่อหยุดการกระตุ้นแล้ว เหตุการณ์นี้เรียกว่า after glow หรือ lag ฟลูออเรสเซนท์เป็นการเรืองแสงชนิดที่เกิดกับฟอสฟอร์ที่ใช้ในการผลิตอินเทนซิฟายอิงสกรีน รังสีที่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดภาพบนฟิล์มคือพลังงานรังสีเอกซ์ที่ถูกปลดปล่อยจากผู้ป่วยและถูกดูดกลืนไว้ในอินเทนซิฟายอิงสกรีนเท่านั้น แสงคือพลังงานที่ปลดปล่อยออกจากอะตอมโดยเป็นกลุ่มก้อนของพลังงานที่มีโมเมนตัมแต่ไม่มีมวล อนุภาคเหล่านี้เรียกว่า โฟตอน อิเล็กตรอนคืออนุภาคที่มีประจุเป็นลบ หมุนอยู่รอบนิวเคลียสที่มีประจุเป็นบวกมีอยู่หลายตัว แต่ละตัวอยู่ในวงโคจรที่แตกต่างกัน พลังงานวัดได้จากระยะห่างจากนิวเคลียส ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานในแต่ละระดับแตกต่างกัน กล่าวได้ว่า อิเล็กตรอนที่มีวงโคจรไกลจากนิวเคลียสมีพลังงานมากกว่าวงโคจรใกล้นิวเคลียส เมื่ออะตอมได้รับพลังงานจากภายนอก อิเล็กตรอนวงโคจรต่ำจะถูกกระตุ้นเปลี่ยนไปอยู่ในวงโคจรสูง ซึ่งไม่เสถียร ดังนั้นอิเล็กตรอนจะหมุนอยู่ในวงโคจรนี้ชั่วครู่และตกลงสู่วงโคจรเดิม ปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน ซึ่งก็คือแสง ความยาวคลื่นของแสงที่ได้ขึ้นอยู่กับ ปริมาณของพลังงานและตำแหน่งของอิเล็กตรอน ดังนั้นอะตอมของธาตุแต่ละประเภทจะให้แสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน หรือจะกล่าวว่า สีของแสงขึ้นอยู่กับชนิดของอะตอมหรือธาตุที่ได้รับการกระตุ้น phosphorescence เป็นปรากฏการณ์ที่คู่กับ fluorescence ปรากการณ์ทั้ง 2 อย่างนี้แตกต่างกันเล็กน้อยดังนี้คือ fluorescence คือการเรืองแสงของสสารบางอย่างที่จะเกิดการเรืองแสงเมื่อมีพลังงาน เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบ เมื่อรังสีจากภายนอกหยุดตกกระทบการเรืองแสงก็จะหยุดทันที สำหรับ phosphorescence คือการเรืองแสงที่จะเกิดขึ้นหลังจากที่สารเรืองแสงได้รับพลังงาน เช่น รังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (เช่น แสงสว่าง) และเมื่อสารเรืองแสงไม่ได้รับพลังงานจากภายนอกแล้ว การเรืองแสงก็ยังไม่หยุดในทันที จะเกิดการเรืองแสงต่อไปอีกสักพักหนึ่งแล้วจึงหยุดการเรืองแสง (Piuri and Scotti. 2010) การดูดกลืนแสงด้วยสารเปลงแสง (self absorption) เกิดขึ้นในกรณีที่แสงที่เปลงออกมามีความยาวคลื่นใกล้เคียงกับแสงที่ตกกระทบสารเปลงแสงมาก ทำให้แสงฟลูออเรสเซนซที่เกิดขึ้นบางสวนถูกดูดกลืนไว้ด้วยอะตอมของสารเปล่งแสง การกระเจิงของแสง (light scattering) แสงรบกวนที่เกิดขึ้นพบมากมีอยู่ 5 ชนิดคือ Rayleigh scattering, Raman scattering แสงตกกระทบทุติยภูมิ (secondary order ray) แสงกระเจิงจากสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่และแสงกระเจิงเนื่องจากความขุน ซึ่งสามารถลดการรบกวนหรือ เลือกใช้ความยาวคลื่นแสงตกกระทบและความยาวคลื่นแสงที่ต้องการวัดให้เหมาะสม Rayleigh scattering เกิดขึ้นเนื่องจากโมเลกุลได้รับพลังงานจากแสงตกกระทบทำให้อะตอมเกิดการเปลี่ยนระดับพลังงาน แต่ไม่มีการสูญเสียพลังงาน ดังนั้นจึงปลอยแสงฟลูออเรสเซนซที่มีความยาวคลื่นเทากับความยาวคลื่นแสงตกกระทบ ซึ่งจะทำให้ความไวในการวิเคราะห์ลดลง Raman scattering เนื่องจากโมเลกุลของสารละลายได้รับพลังงานจากแสงตกกระทบแต่มีการสูญเสียพลังงานขณะอะตอมกลับสูสถานะพื้น จึงปลอยแสงฟลูออเรสเซนซที่มีความยาวคลื่นมากกวาคลื่นแสงตกกระทบเล็กนอยซึ่งมักจะไมมีผลรบกวนการตรวจวิเคราะห์ แสงตกกระทบทุติยภูมิ (secondary order ray) เป็นความยาวคลื่นของแสงตกกระทบที่มักจะเกิดที่ความยาวคลื่นเป็น 2 เทา ของความยาวคลื่นแสงตกกระทบ ดังนั้นในกรณีที่วัดความยาวคลื่นแสงฟลูออเรสเซนซหางจากคลื่นแสงตกกระทบมาก อาจจะถูกรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคลื่นแสงตกกระทบทุติยภูมิหรือคลื่นแสงตกกระทบตติยภูมิ (tertiary order ray) ด่วย (ภาพที่ 2.1) (ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ. 2544)



ภาพที่ 2.1 กราฟแสดงแสงที่เปล่งออกมาเมื่อมีแสงตกกระทบสารประกอบฟลูออเรสเซนซ์ (ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ. 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการทดลอง

การพัฒนาสารเคลือบเรืองแสงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์มูลค่าสูง แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและติดตามการเรืองแสงของสารเคลือบ

การทดลองที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ

การทดลองที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพและติดตามการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีชนิดของสารเรืองแสงที่ต่างกันเป็นกรรมวิธี ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1)

กรรมวิธีที่ 2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2)

กรรมวิธีที่ 3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3)

กรรมวิธีที่ 4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4)

กรรมวิธีที่ 5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5)

กรรมวิธีที่ 6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6)

กรรมวิธีที่ 7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin (T7)

3.1.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและติดตามการเรืองแสงของสารเคลือบ (การทดลองที่ 1)

เตรียมสารเคลือบโดยใช้สารเคลือบสำเร็จรูปจาก บริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ผสมด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างๆ ได้แก่ safranine ความเข้มข้น 0.03 เปอร์เซ็นต์ riboflavin ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ chlorophyll ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ rhodamine ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ curcumin ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำมาศึกษาสัดส่วนของสารเคลือบที่มีต่อคุณสมบัติของสารเคลือบ ในรูปแบบของเหลวและคุณสมบัติของแผ่นฟิล์ม และการเรืองแสงของสารเคลือบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.1 การศึกษาสัดส่วนของสารเคลือบที่มีต่อคุณสมบัติของสารเคลือบรูปแบบของเหลว นำสารเคลือบที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการมาประเมินคุณสมบัติของสารเคลือบในรูปแบบของเหลว ได้แก่ วัดค่าความหนืดของสารและความเป็นกรดด่างของสาร

3.1.1.2 การศึกษาสัดส่วนของสารเคลือบที่มีต่อคุณสมบัติของแผ่นฟิล์ม เตรียมแผ่นฟิล์มของสารเคลือบทุกกรรมวิธี โดยการเทสารเคลือบรูปแบบของเหลวปริมาณ 20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ (petri dish) ที่สะอาดโดยไม่ให้มีฟองอากาศปะปนอยู่ แล้วนำไปอบที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นลอกฟิล์มออกจากจานเพาะเชื้อ (petri dish) แล้วประเมินลักษณะทางกายภาพของแผ่นฟิล์ม ได้แก่ การดูดซับความชื้นของแผ่นฟิล์ม และค่าการละลายของฟิล์ม

3.1.1.3 การศึกษาสัดส่วนของสารเคลือบที่มีผลต่อความสม่ำเสมอของการเคลือบ โดยการนำสารเคลือบที่เตรียมขึ้นทุกกรรมวิธีมาเคลือบลงบนผิวของเมล็ดพันธุ์แล้วตรวจสอบความสม่ำเสมอของการเคลือบด้วยเปล่า

3.1.1.4 การตรวจสอบคุณสมบัติการเรืองแสงของสารเคลือบ โดยเทสารเคลือบในรูปของเหลวลงในจานเพาะเชื้อ (petri dish) แล้วทำให้แห้งด้วยอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แล้วนำไปบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดยา จากนั้นนำไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลต แบบพกพา ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และเครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์โฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Horiba Scientific รุ่น FluoroMax + SpectroFluorometer ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร สำหรับ safranine riboflavin chlorophyll rhodamine และ curcumin ตามลำดับ (Tian et al. 2013; Zulfiqar et al. 2019)

3.1.2 การตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ (การทดลองที่ 2)

เคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมพันธุ์ CUC087 และเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ TOM005 จาก บริษัท ที เอส เอ จำกัด ด้วยสารเคลือบที่เตรียมขึ้นจากหัวข้อ 3.1.1 โดยใช้เครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์ระบบจานหมุนรุ่น RRC150 ด้วยอัตรา 140 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดพันธุ์แตงกวา 1 กิโลกรัม (Tian et al. 2013) และ 180 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 1 กิโลกรัม (ณัฐชญา สายคำวงศ์ และบุญมี ศิริ. 2562) จากนั้นนำมาลดความชื้นให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับความชื้นของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเคลือบด้วยเครื่องเป่าลมร้อน จนความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลดลงใกล้เคียงกับระดับความชื้นเดิม แล้วจึงแบ่งเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบทุกกรรมวิธีออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกนำไปตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ ส่วนที่สองนำไปตรวจสอบการสารเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์ และส่วนที่สามนำไปตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการเร่งอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.1 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ (ส่วนที่ 1)

นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธีมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ

3.1.2.2 ตรวจสอบการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์ (ส่วนที่ 2)

สุ่มนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธี จำนวน 10 เมล็ด มาตรวจสอบการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และเครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์โฟโตมิเตอร์ Horiba Scientific รุ่น FluoroMax + SpectroFluorometer ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร สำหรับ safranine riboflavin chlorophyll rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

3.1.2.3 ศึกษาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการเร่งอายุ (ส่วนที่ 3)

เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ จึงนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบมาเร่งอายุ โดยนำเมล็ดพันธุ์ใส่ลงในตะแกรงลวดที่เตรียมไว้ เติมน้ำใส่ในกล่องเร่งอายุให้ปริมาณน้ำอยู่ต่ำกว่าตะแกรงลวด ประมาณ 2 เซนติเมตร และมีระดับน้ำสูง 2 เซนติเมตร เพื่อให้เมล็ดได้รับความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ นำกล่องที่บรรจุเมล็ดไว้แล้ววางลงในกล่องเร่งอายุแล้วปิดฝากล่องให้สนิท วางกล่องเร่งอายุไว้ในตู้เร่งอายุที่ควบคุมอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเร่งอายุแล้วมาตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ

3.1.3 การตรวจสอบคุณภาพ และติดตามการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (การทดลองที่ 3)

นำเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบแต่ละกรรมวิธีมาบรรจุด้วยถุงอลูมิเนียมฟอยล์แล้วเก็บไว้ในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม (14 ℃, 60%RH) จากนั้นสุ่มตัวอย่างเมล็ดทุกๆ 2 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความงอกและดัชนีการงอกของเมล็ดที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ และติดตามสารเรืองแสงที่เคลือบลงบนผิวเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และเครื่องสเปกโตรฟลูออโรมิเตอร์โฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Horiba Scientific รุ่น FluoroMax+ SpectroFluorometer ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร สำหรับ safranine riboflavin chlorophyll rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การบันทึกข้อมูล

3.2.1 คุณสมบัติของสารเคลือบและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ

3.2.1.1 ความเป็นกรดด่างของสารเคลือบ

นำสารเคลือบที่ได้จากการเตรียมมาวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วยเครื่อง pH meter รุ่น PH100 โดยเทสารเคลือบลงในบีกเกอร์ปริมาตร 50 มิลลิลิตร นำแท่งแก้วจุ่มลงในสารเคลือบแล้วอ่านค่าที่ได้ แล้วบันทึกผลจากค่าที่ปรากฏ

3.2.1.2 ความหนืดของสารเคลือบ

หาค่าความหนืดของสารเคลือบด้วยเครื่อง Ford Viscosity Cup รุ่น ASTM D1200 โดยเทสารเคลือบปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ ทดสอบ 4 ครั้ง โดยจับเวลาตั้งแต่เริ่มปล่อยให้มีการไหลและหยุดเวลาเมื่อสารเคลือบหยุดไหล ที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส แล้วบันทึกข้อมูลเวลาของการไหล

3.2.1.3 ค่าการละลายของฟิล์ม

นำแผ่นฟิล์มมาทดสอบการละลาย นำตะแกรงที่มีขนาด 3x5 เซนติเมตร ขนาดรูตะแกรง 2x1.5 มิลลิเมตร พับขอบทั้ง 4 ด้านให้มีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร มาชั่งน้ำหนัก ตัดแผ่นฟิล์มที่ได้จากสารเคลือบที่ผ่านการอบแห้ง ขนาด 4 ตารางเซนติเมตร วางบนตะแกรง แล้วชั่งน้ำหนัก นำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มจุ่มในน้ำที่บรรจุในบีกเกอร์ใช้เวลาในการจุ่มแผ่นฟิล์มลงในน้ำ 5 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำตะแกรงที่มีแผ่นฟิล์มไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักตะแกรงพร้อมแผ่นฟิล์มที่เหลือบนตะแกรง แล้วคำนวณหาค่าการละลายของฟิล์มจากสูตร

$$\text{ค่าการละลายของฟิล์ม (\%)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น - น้ำหนักฟิล์มที่เหลืออยู่}}{\text{น้ำหนักฟิล์มเริ่มต้น}} \right] \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.4 ความสม่ำเสมอของการเคลือบ

สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบมากรรมวิธีละ 10 เมล็ด เพื่อตรวจวัดความสม่ำเสมอของสารเคลือบที่ติดกับเมล็ดพันธุ์ด้วยตาเปล่า โดยศึกษาลักษณะพื้นผิวด้านเรียบของเมล็ดพันธุ์ด้วยตาเปล่า มีระดับค่าคะแนนความสม่ำเสมอของการเคลือบ ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 100 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ

4 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 80 - 99 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ

3 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 60 - 79 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ

2 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 40 - 59 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ

1 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 20 - 39 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ

0 คะแนน หมายถึง มีลักษณะผิว 0 - 19 % ของเมล็ดเรียบสม่ำเสมอ

3.2.1.5 การเรืองแสงของสารเคลือบ

นำสารเคลือบที่เตรียมขึ้นทุกรรมวิธีมาตรวจสอบการเรืองแสงของสารเคลือบด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา โดยสังเกตการเรืองแสงด้วยตาเปล่าภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และตรวจสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ยี่ห้อ Horiba Scientific รุ่น FluoroMax + SpectroFluorometer ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร สำหรับ safranine riboflavin chlorophyll rhodamine และ curcumin ตามลำดับ โดยนำแผ่นฟิล์มแต่ละกรรมวิธีที่ได้จากหัวข้อ 3.2.1.3 ใส่ลงใน solid sample holder จากนั้นวัดสเปกตรัมการคายแสง แล้วบันทึกผลเป็นค่า fluorescence intensity ที่ความยาวคลื่นต่างๆ

3.2.2 คุณภาพและการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์

3.2.2.1 ความงอกของเมล็ดพันธุ์เมื่อเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ

ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสง มาเพาะด้วยวิธี between paper จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด วางบนกระดาษเพาะที่ชื้น ซ้อนกัน 2 ชั้น จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 20-30 องศาเซลเซียส และประเมินผลของความงอกหลังเพาะ เมื่ออายุ 4 วัน (นับครั้งแรก) และ 8 วัน (นับครั้งสุดท้าย) โดยการตรวจนับต้นกล้าที่งอกปกติ ส่วนการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสง มาเพาะด้วยวิธี top of paper จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด วางบนกระดาษเพาะที่ชื้น ซ้อนกันอยู่ 2 ชั้น แล้วปิดทับด้วย กระดาษเพาะ 1 ชั้น จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะที่ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิไว้ที่ 20-30 องศาเซลเซียส และประเมินผลของความงอกหลังเพาะเมื่ออายุ 5 วัน (นับครั้งแรก) และ 14 วัน (นับครั้งสุดท้าย) (ISTA. 2019)

$$\text{ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (\%)} = \left[\frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \right] \times 100$$

3.2.2.2 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์แตงกวาและเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสง มาเพาะตามวิธีการ แล้วนับจำนวนต้นกล้าที่งอก ในการนับครั้งแรกและการนับครั้งสุดท้ายของการเพาะ (ISTA. 2019) จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาดัชนีการงอกจากสูตร

$$\text{ดัชนีการงอกของเมล็ด} = \text{ผลรวม} \left[\frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่งอกปกติในแต่ละวันที่ตรวจนับ}}{\text{จำนวนวันที่ตรวจนับ}} \right]$$

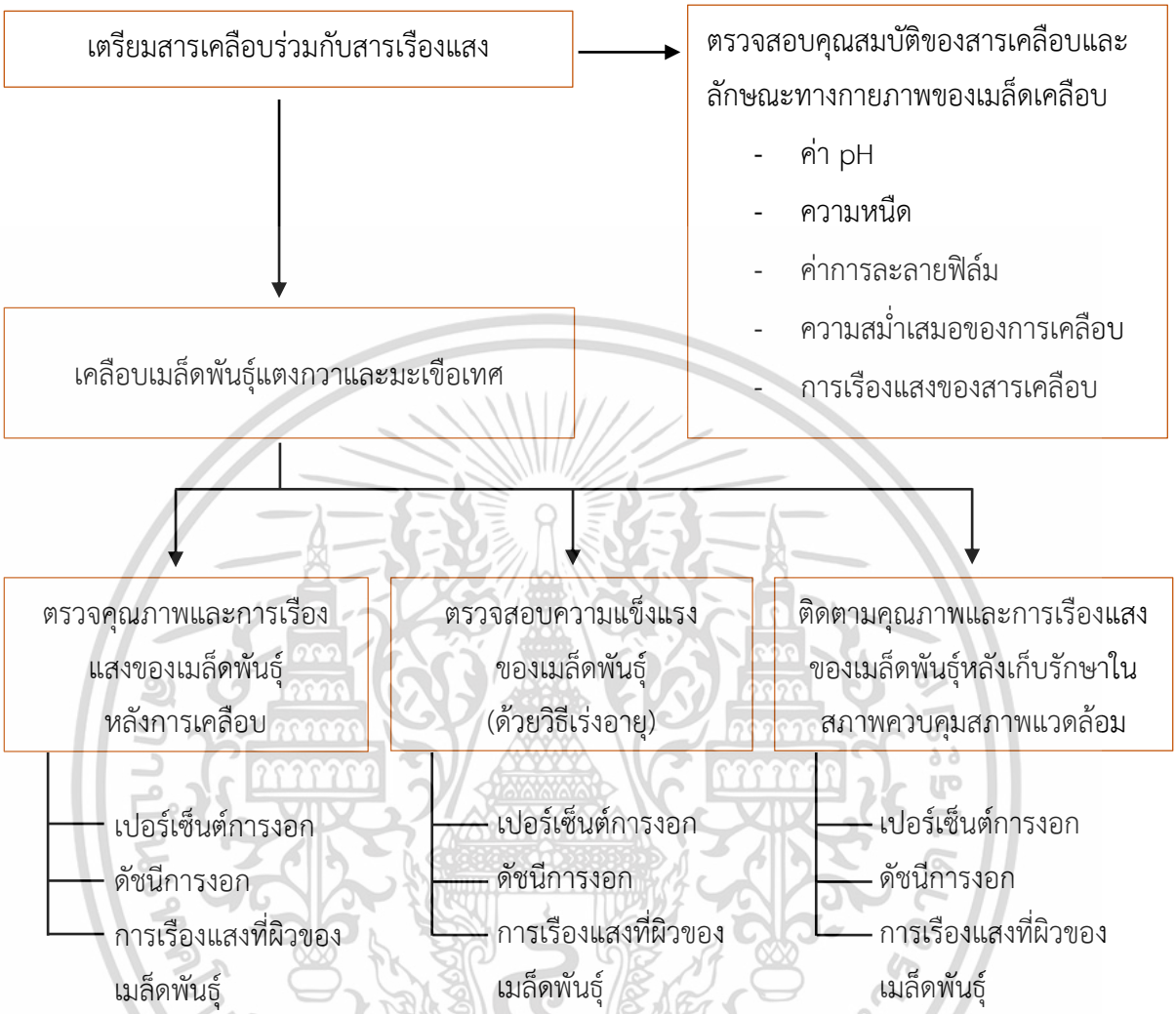
3.2.2.3 การเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์

นำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธี จำนวน 10 เมล็ด มาตรวจสอบการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา โดยสังเกตการเรืองแสงด้วยตาเปล่าภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และตรวจสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Horiba Scientific รุ่น FluoroMax + SpectroFluorometer ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร สำหรับ safranine riboflavin chlorophyll rhodamine และ curcumin ตามลำดับ โดยสุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบแต่ละกรรมวิธีใส่ลงใน solid sample holder เกลี่ยให้สม่ำเสมอกันจากนั้นวัดสเปกตรัมการคายแสง แล้วบันทึกผลเป็นค่า fluorescence intensity ที่ความยาวคลื่นต่างๆ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูปทางสถิติ SAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ไดอะแกรมแผนการดำเนินงานการพัฒนาสารเคลือบเรืองแสงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์มูลค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพและการเรืองแสงของสารเคลือบ

จากการศึกษาสูตรสารเคลือบสำเร็จรูปจาก บริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ผสมด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างๆ ได้แก่ safranine ความเข้มข้น 0.03 เปอร์เซ็นต์ riboflavin ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ chlorophyll ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ rhodamine ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ curcumin ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ นำมาศึกษาสัดส่วนของสารเคลือบที่มีต่อคุณสมบัติของสารเคลือบในรูปแบบของเหลว ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ค่าความหนืด คุณสมบัติของแผ่นฟิล์ม ความสม่ำเสมอของการเคลือบ และการเรืองแสงของสารเคลือบ พบว่าค่า pH ของแต่ละสูตรสารเคลือบมีค่าอยู่ระหว่าง 7.1 – 7.3 ทุกสูตรสารเคลือบ ความหนืดของสารเคลือบมีค่าอยู่ระหว่าง 11.4 - 11.8 m/s ยกเว้นสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll ซึ่งมีค่าความหนืดค่อนข้างสูงเท่ากับ 17.84 m/s และค่าการละลายฟิล์มของแต่ละสูตรสารเคลือบหลังจากทดสอบแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 5 นาที มีค่าระหว่าง 23 - 29 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นสารเคลือบร่วมกับ riboflavin และสารเคลือบเพียงอย่างเดียว มีค่าการละลายฟิล์มสูง 37 - 38 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) เมื่อตรวจสอบความสม่ำเสมอของการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศ โดยการศึกษาลักษณะพื้นผิวด้านเรียบของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบสารด้วยตาเปล่า พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin มีความสม่ำเสมอมากที่สุด 91.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine และ rhodamine มีค่าเท่ากับ 91.25 เปอร์เซ็นต์, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll และเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin ตามลำดับ ส่วนความสม่ำเสมอของการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ โดยการศึกษาลักษณะพื้นผิวด้านเรียบของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบสารด้วยตาเปล่า พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin มีความสม่ำเสมอมากที่สุด 91.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine และ rhodamine มีค่าเท่ากับ 91.25 เปอร์เซ็นต์, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll และ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ความเป็นกรดด่าง (pH) ความหนืด และค่าการละลายฟิล์มของสารเคลือบแต่ละกรรมวิธี

สูตรสารเคลือบ	pH	ความหนืด (m/s)	การละลายฟิล์ม (%)
สารเคลือบเพียงอย่างเดียว	7.32a	11.40c	37.69a
สารเคลือบร่วมกับ safranine	7.26b	11.78b	29.76b
สารเคลือบร่วมกับ riboflavin	7.3ab	11.69b	38.81a
สารเคลือบร่วมกับ chlorophyll	7.32a	17.84a	23.73b
สารเคลือบร่วมกับ rhodamine	7.17c	11.85b	28.70b
สารเคลือบร่วมกับ curcumin	7.27b	11.76b	25.93b
F-test	**	**	**
C.V. (%)	0.35	1.28	12.95

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

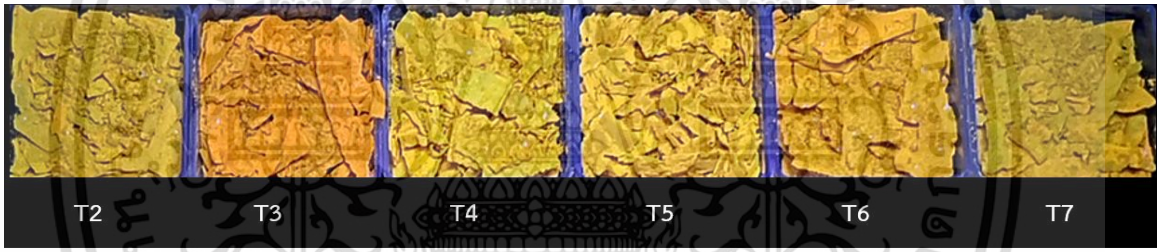
ตารางที่ 4.2 ความสม่ำเสมอของการเคลือบที่ผิวของเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศแต่ละกรรมวิธี

สูตรสารเคลือบ	ความสม่ำเสมอ (%)	
	เมล็ดพันธุ์แตงกวา	เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ
สารเคลือบเพียงอย่างเดียว	90.00	90.00
สารเคลือบร่วมกับ safranine	91.25	91.25
สารเคลือบร่วมกับ riboflavin	88.75	88.75
สารเคลือบร่วมกับ chlorophyll	90.00	90.00
สารเคลือบร่วมกับ rhodamine	91.25	91.25
สารเคลือบร่วมกับ curcumin	91.66	91.66
F-test	ns	ns
C.V. (%)	5.51	5.51

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

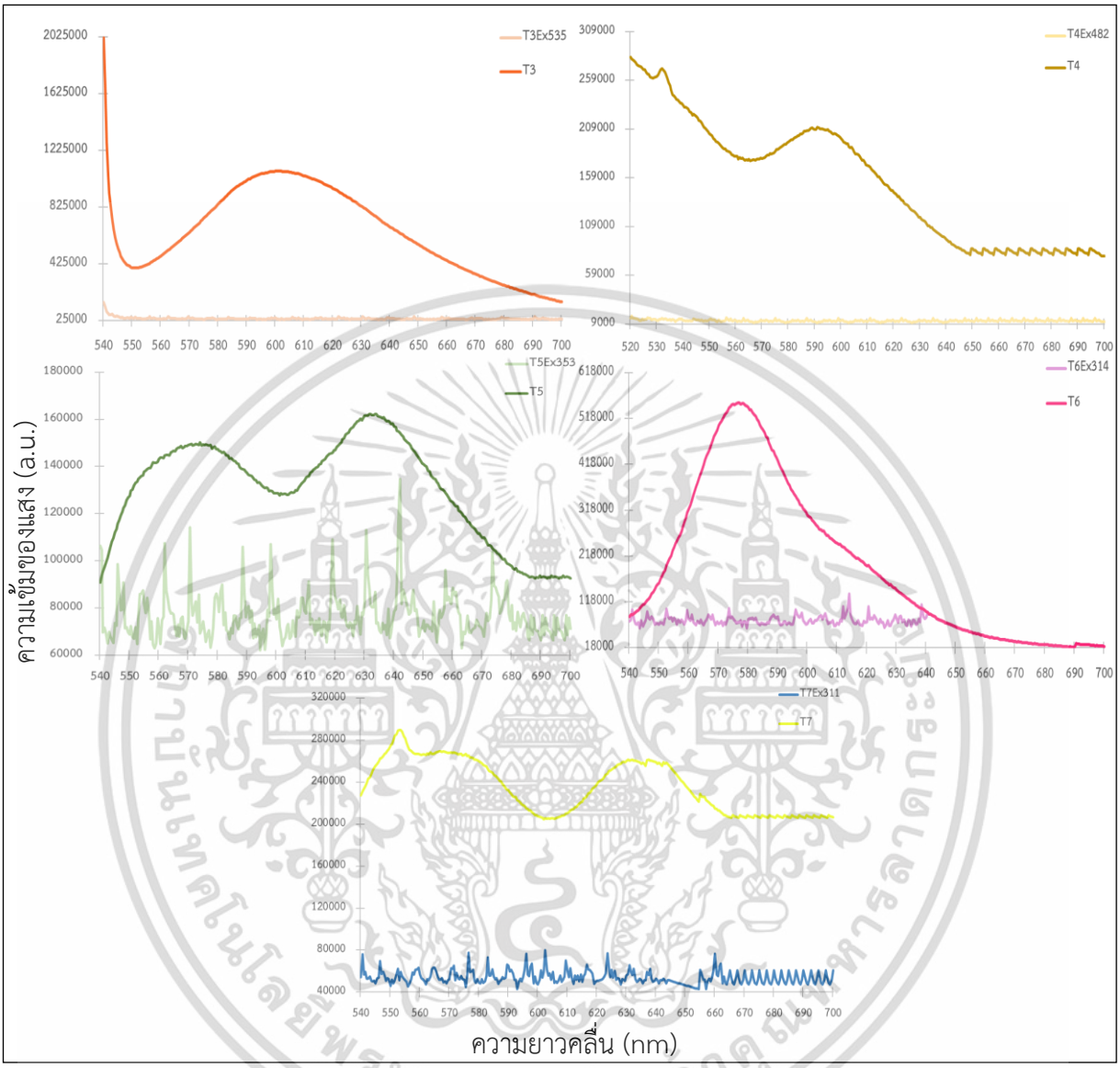
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของคุณสมบัติการเรืองแสงของสารเคลือบเมื่อฉายด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร เมื่อพิจารณาภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตสารเคลือบเพียงอย่างเดียวไม่พบการเรืองแสง ส่วนสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ มีการเรืองแสงออกมาแตกต่างกัน โดยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin พบการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) และเมื่อนำสารเคลือบมาตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร พบว่ามีการคายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ 568 560 639 603 และ 620 นาโนเมตร สำหรับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ซึ่งไม่พบการคายแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าวกับสูตรสารเคลือบที่มีสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.1 การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของสารเคลือบแต่ละกรรมวิธี โดยกำหนดให้ T2 คือ สารเคลือบเพียงอย่างเดียว และ T3 - T7 คือ สารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 สเปกตรัมการคายแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของสารเคลือบแต่ละกรรมวิธี โดยกำหนดให้ T2 คือ สารเคลือบเพียงอย่างเดียว และ T3 - T7 คือ สารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ

4.1.2.1 คุณภาพและการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์แตงกวาหลังจากการเคลือบ

4.1.2.1.1 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ

คุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด (94.50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 93.75 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทุกกรรมวิธี โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุด (14.68) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4), safranine (T3), curcumin (T7), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ความงอก (%)	ดัชนีการงอก
T1	91.00	14.12
T2	86.50	13.00
T3	93.75	13.34
T4	92.00	14.06
T5	94.50	14.68
T6	91.00	12.75
T7	91.50	13.31
F-test	ns	ns
C.V. (%)	5.85	7.80

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

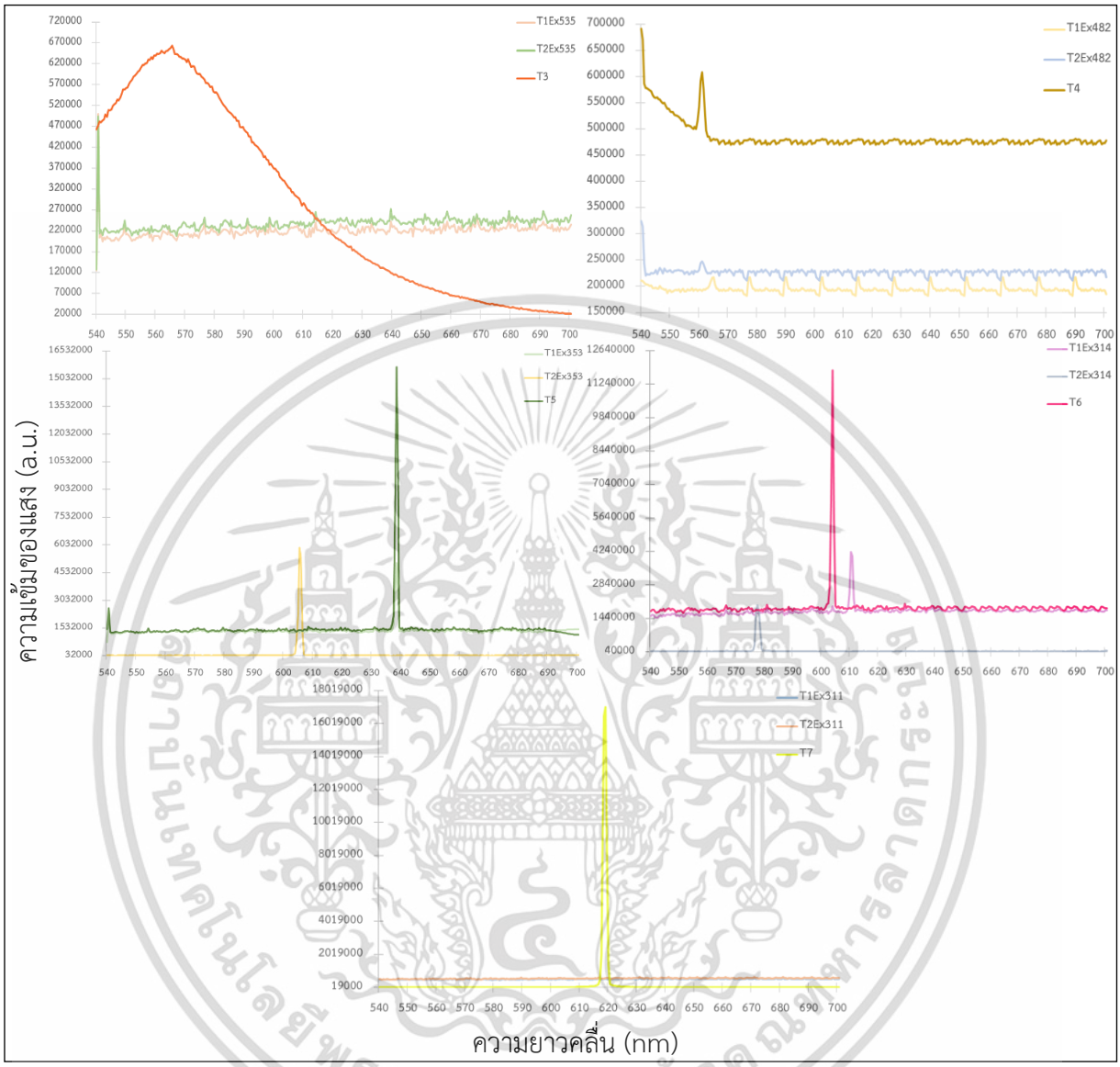
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1.2 การเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์แตงกวาหลังการเคลือบด้วยสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างกัน

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธีไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา เมื่อพิจารณาภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) พบการเรืองแสงเป็นสีฟ้า ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ไม่พบการเรืองแสง และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ มีการเรืองแสงออกมาแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6) และ curcumin (T7) พบการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.3) และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาไปตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร พบว่ามีการคายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ 568 560 639 603 และ 620 นาโนเมตร สำหรับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ซึ่งไม่พบการคายแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าวกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และเมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4.4)

ภาพที่ 4.3 การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7: เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1.3 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังจากการเร่งอายุ

เมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังเร่งอายุ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด (94.50 %) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 94.00 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทุกกรรมวิธี โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุด (15.37) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) และ curcumin (T7) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน หลังเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ความงอก (%)	ดัชนีการงอก
T1	93.33	13.91
T2	87.50	13.43
T3	94.00	15.37
T4	91.50	14.12
T5	94.50	14.50
T6	93.50	13.06
T7	91.50	12.62
F-test	ns	ns
C.V. (%)	2.65	7.13

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

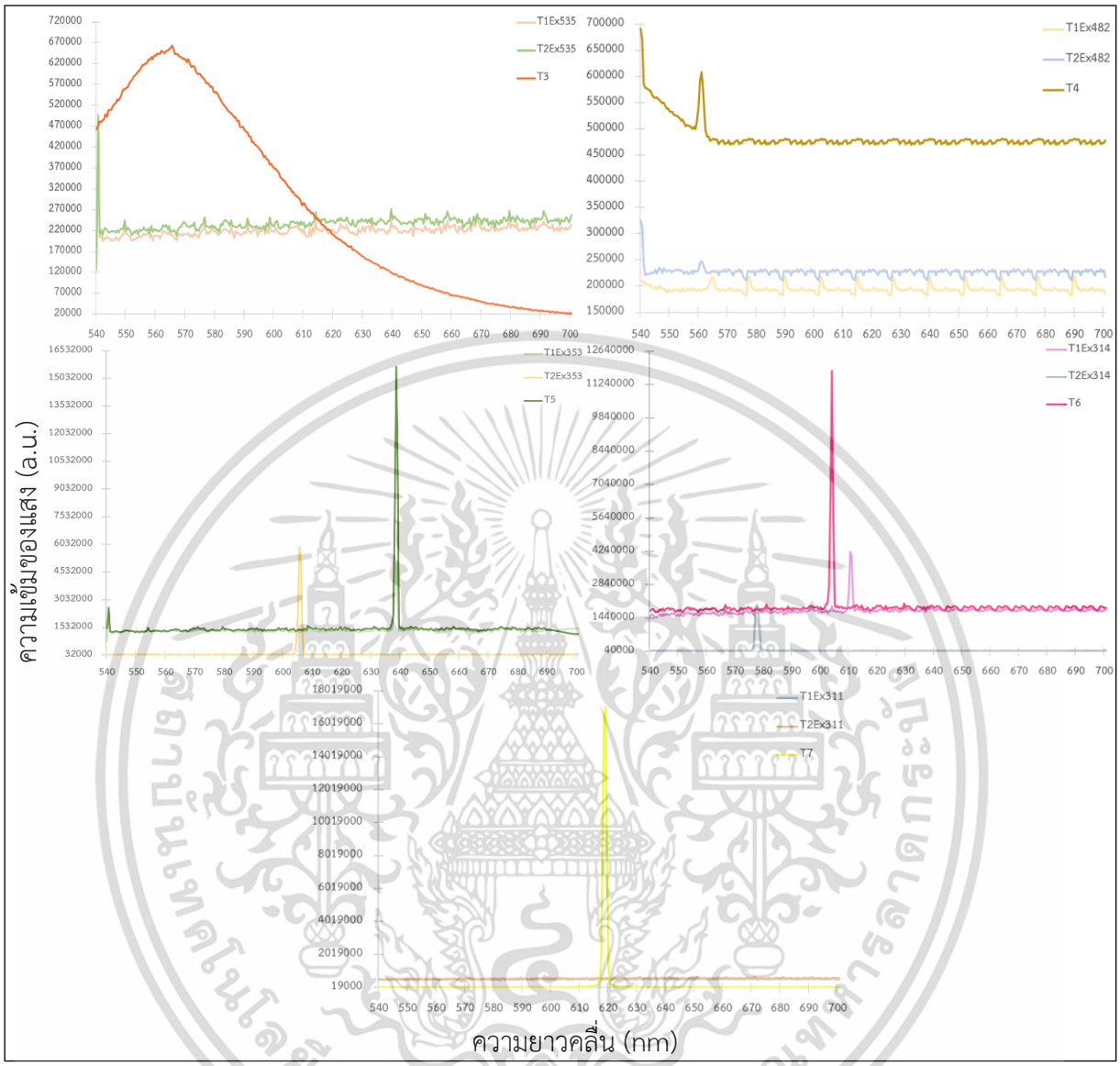
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1.4 การเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังจากการเร่งอายุ

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธีหลังการเร่งอายุไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา เมื่อพิจารณาภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) พบการเรืองแสงเป็นสีฟ้า ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ไม่พบการเรืองแสง และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ มีการเรืองแสงออกมาแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6) และ curcumin (T7) พบการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาไปตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร พบว่ามีการคายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ 568 560 639 603 และ 620 นาโนเมตร สำหรับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ซึ่งไม่พบการคายแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าวกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และเมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4.6)

ภาพที่ 4.5 การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์และการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังจากการเคลือบ

4.1.2.2.1 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ

คุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ พบว่า ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) และ cucurmin (T7) มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด (97.00 %) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 96.50 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทุกกรรมวิธี โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin (T7) มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุด (7.44) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), safranine (T3), chlorophyll (T5), และ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ความงอก (%)	ดัชนีการงอก
T1	96.50	7.15
T2	96.00	7.11
T3	97.00	6.92
T4	96.50	7.21
T5	96.00	6.92
T6	95.50	6.88
T7	97.00	7.44
F-test	ns	ns
C.V. (%)	3.14	4.49

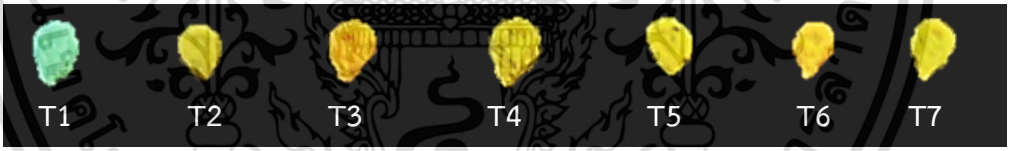
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

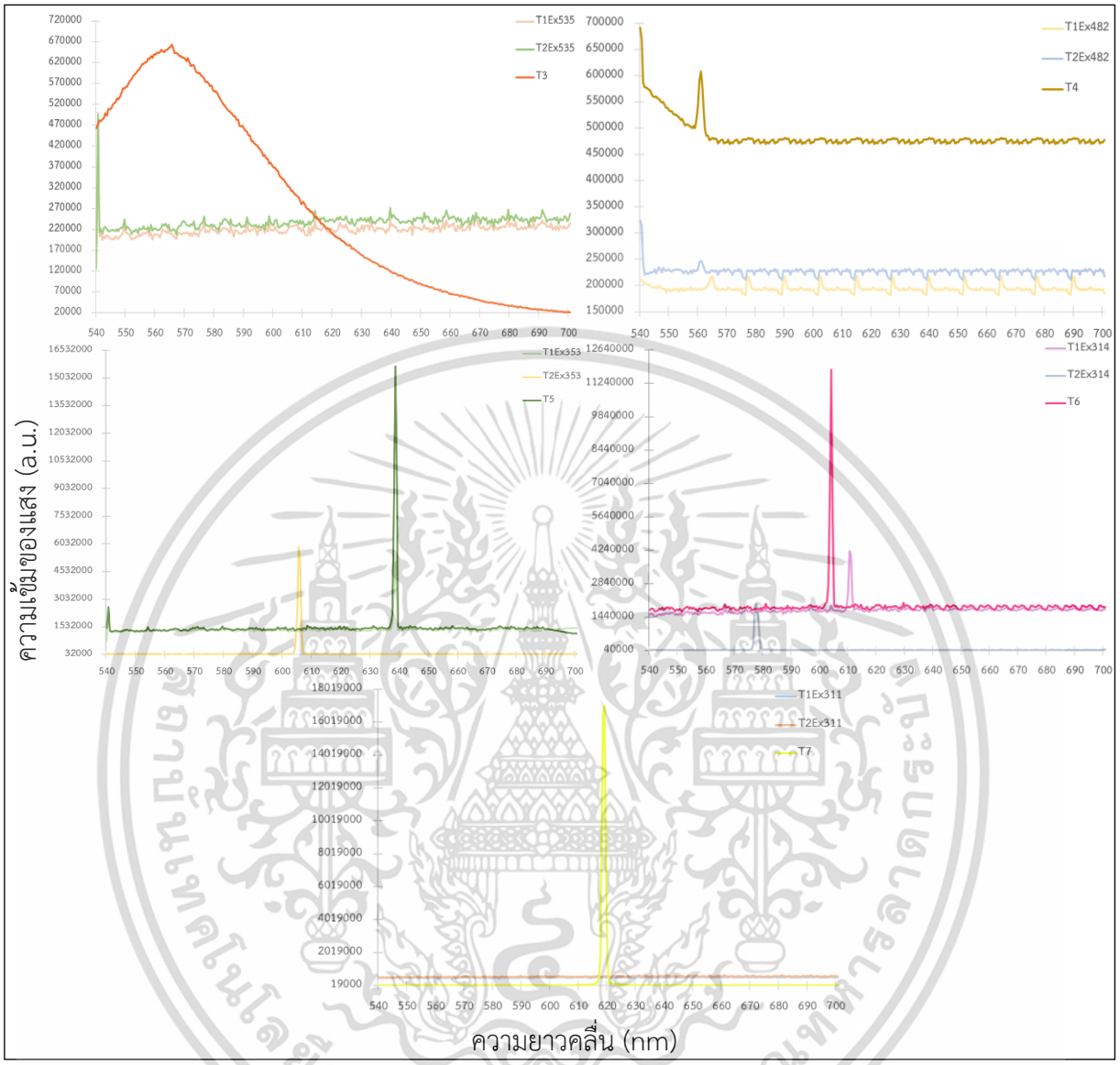
4.1.2.2.2 การเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบด้วยสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างกัน

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธีไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา เมื่อพิจารณาภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) พบการเรืองแสงเป็นสีฟ้า ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ไม่พบการเรืองแสง และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ มีการเรืองแสงออกมาแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6) และ curcumin (T7) พบการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7) และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศไปตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร พบว่ามีการคายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ 568 560 639 603 และ 620 นาโนเมตร สำหรับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ซึ่งไม่พบการคายแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าวกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และเมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.7 การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 – T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2.3 ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังจากการเร่งอายุ

เมื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังเร่งอายุ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) และ cucurmin (T7) มีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด (97.00 %) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 96.50 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างทุกกรรมวิธี โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin (T7) มีค่าดัชนีการงอกสูงที่สุด (7.44) รองลงมา คือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), safranine (T3), chlorophyll (T5), และ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ความงอก (%) และดัชนีการงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ความงอก (%)	ดัชนีการงอก
T1	96.50	7.15
T2	96.00	7.11
T3	97.00	6.92
T4	96.50	7.21
T5	96.00	6.92
T6	95.50	6.88
T7	97.00	7.44
F-test	ns	ns
C.V. (%)	3.14	4.49

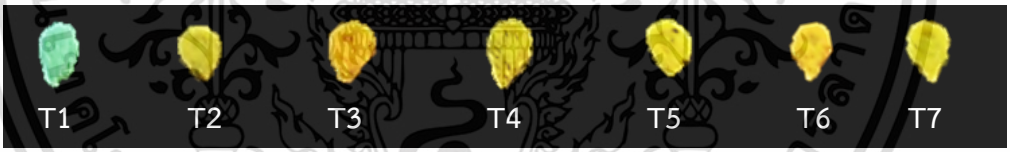
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

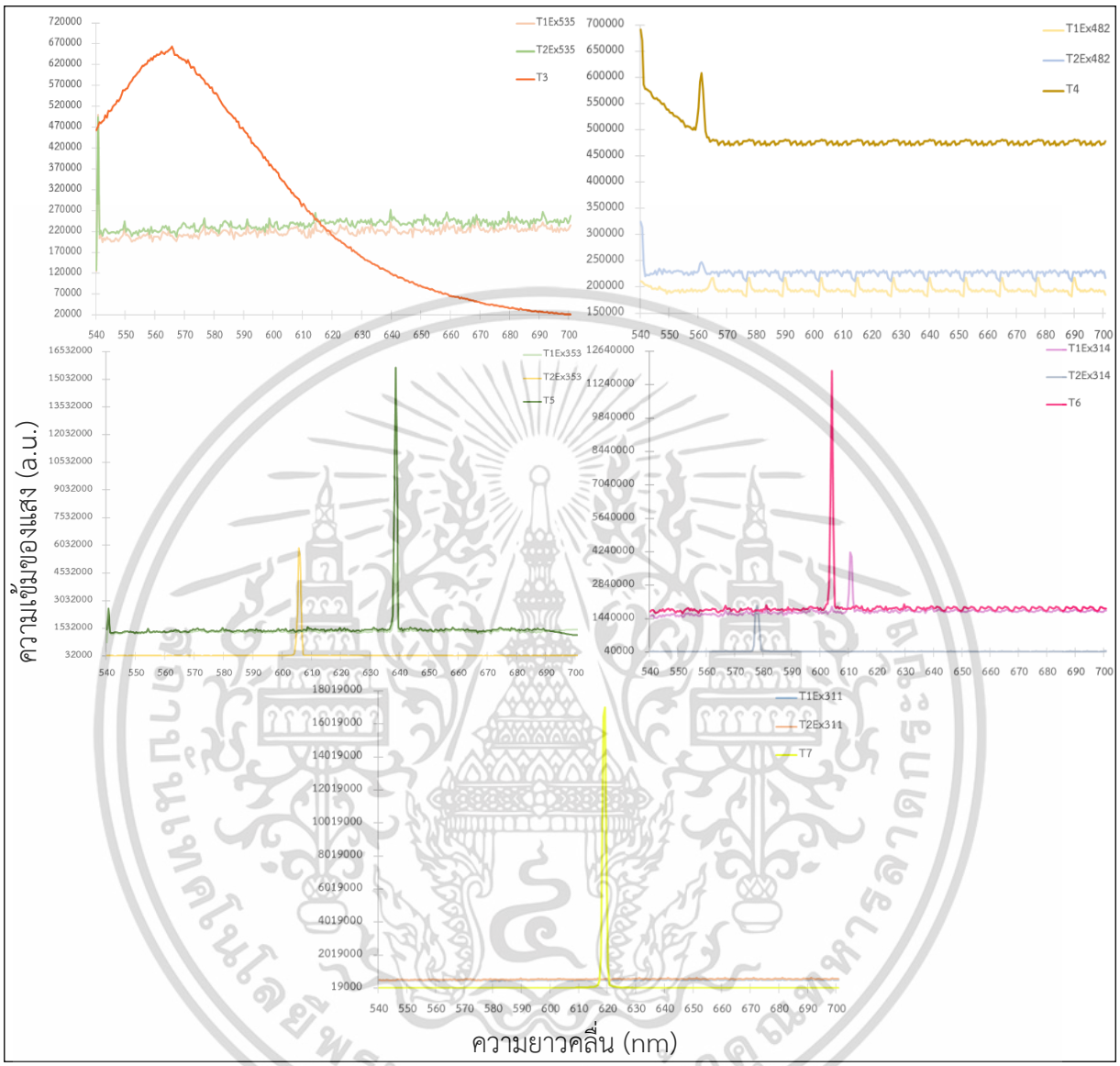
4.1.2.2.4 การเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังจากการเร่งอายุ

เมื่อนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธีไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา เมื่อพิจารณาภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) พบการเรืองแสงเป็นสีฟ้า ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ไม่พบการเรืองแสง และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ มีการเรืองแสงออกมาแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6) และ curcumin (T7) พบการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9) และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศไปตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร พบว่ามีการคายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ 568 560 639 603 และ 620 นาโนเมตร สำหรับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ซึ่งไม่พบการคายแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าวกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และเมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4.10)



ภาพที่ 4.9 การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 – T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันหลังเร่งอายุ กำหนดให้ T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3 - T7 คือการเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 คุณภาพและการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในห้องควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน

4.1.3.1 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบก่อนและหลังการเก็บรักษา

4.1.3.1.1 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

จากการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังจากเก็บ รักษาเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเดือนที่ 0 แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 98.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) มีค่าเท่ากับ 94.75 เปอร์เซ็นต์, chlorophyll (T5), cucurmin (T7), rhodamine (T6), safranine (T3) และ riboflavin (T4) ตามลำดับ ต่อมาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 2 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 92.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) มีค่าเท่ากับ 92.00 เปอร์เซ็นต์, riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), cucurmin (T7), chlorophyll (T5), และ rhodamine (T6) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 4 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 97.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) มีค่าเท่ากับ 96.25 เปอร์เซ็นต์, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), chlorophyll (T5), cucurmin (T7), rhodamine (T6) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 6 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 97.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) มีค่าเท่ากับ 96.75 เปอร์เซ็นต์, chlorophyll (T5), cucurmin (T7), rhodamine (T6), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), chlorophyll และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 8 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 93.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าเท่ากับ 92.50 เปอร์เซ็นต์, cucurmin (T6),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rhodamine (T6), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), riboflavin (T4) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 10 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 93.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าเท่ากับ 92.50 เปอร์เซ็นต์, cucurmin (T7), rhodamine (T6), riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และ เดือนที่ 12 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 93.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) มีค่าเท่ากับ 92.75 เปอร์เซ็นต์, chlorophyll (T5), riboflavin (T4), rhodamine (T6), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ความงอก (%)						
	เดือนที่ 0	เดือนที่ 2	เดือนที่ 4	เดือนที่ 6	เดือนที่ 8	เดือนที่ 10	เดือนที่ 12
T1	98.00	88.50	81.50	77.25	88.50	88.50	88.50
T2	94.75	92.00	96.00	85.75	89.00	89.00	89.75
T3	90.50	92.50	96.25	97.00	93.50	93.50	93.50
T4	90.00	91.00	97.00	96.75	88.50	89.50	91.50
T5	94.50	86.50	95.75	96.00	92.50	92.50	92.50
T6	91.00	85.50	94.25	94.25	91.50	91.50	91.50
T7	91.50	87.00	95.00	95.25	92.00	92.00	92.75
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.30	6.22	3.51	4.30	2.48	2.38	2.62

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย สารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างกัน หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเดือนที่ 0 แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 15.25 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าเท่ากับ 14.68, riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), cucurmin (T7), safranine (T3) และ rhodamine (T6) ตามลำดับ ต่อมาจากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 2 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) สูงที่สุด 19.50 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าเท่ากับ 18.81, cucurmin (T7), safranine (T3), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และ rhodamine (T6) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 4 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) สูงที่สุด 18.72 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) มีค่าเท่ากับ 18.45, chlorophyll (T5), safranine (T3), cucurmin (T7), rhodamine (T6) และเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 6 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) สูงที่สุด 18.65 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5) มีค่าเท่ากับ 18.52, safranine (T3), cucurmin (T7), rhodamine (T6), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 8 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) สูงที่สุด 17.50 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) มีค่าเท่ากับ 17.37, cucurmin (T7), chlorophyll (T5), riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 10 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) สูงที่สุด 17.50 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) มีค่าเท่ากับ 17.37, cucurmin (T7), chlorophyll (T5), riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ และสุดท้ายการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ เดือนที่ 12 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) มีค่าเท่ากับ 17.56 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), rhodamine (T6), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ดัชนีการงอก						
	เดือนที่ 0	เดือนที่ 2	เดือนที่ 4	เดือนที่ 6	เดือนที่ 8	เดือนที่ 10	เดือนที่ 12
T1	15.25	16.87	15.75	15.03	16.12	16.12	16.12
T2	13.78	18.06	18.45	15.78	16.18	16.18	16.37
T3	12.93	18.18	18.31	18.50	17.50	17.50	17.50
T4	13.81	19.50	18.72	18.65	16.37	16.62	17.12
T5	14.68	18.81	18.37	18.52	17.12	17.12	17.12
T6	12.75	16.18	17.93	18.06	17.37	17.37	17.37
T7	13.31	18.62	18.06	18.12	17.37	17.37	17.56
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.00	10.77	3.33	4.19	5.46	5.22	5.06

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

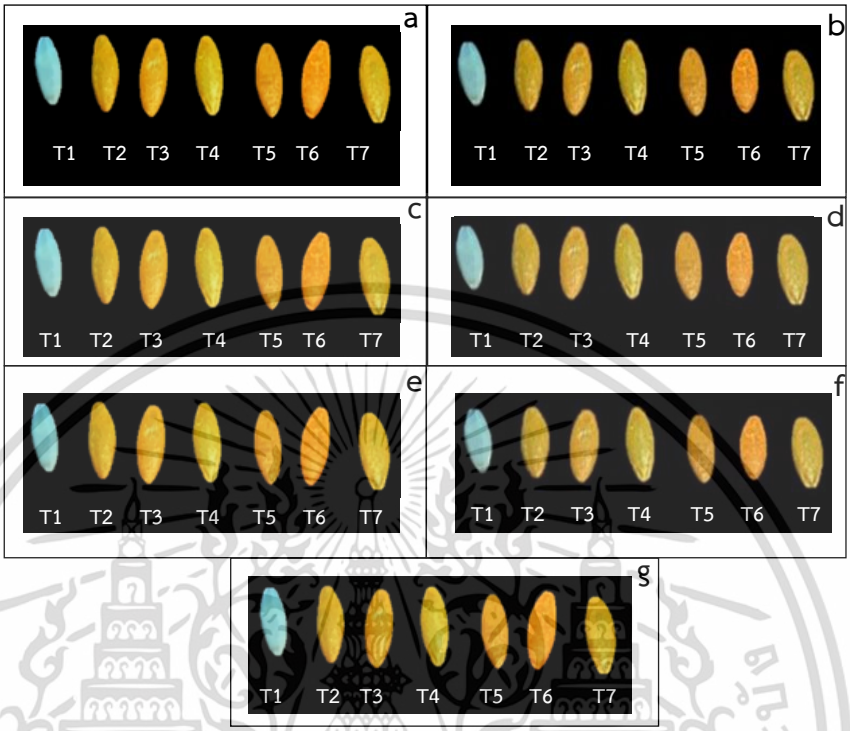
[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย สารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.1.2 การเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษา

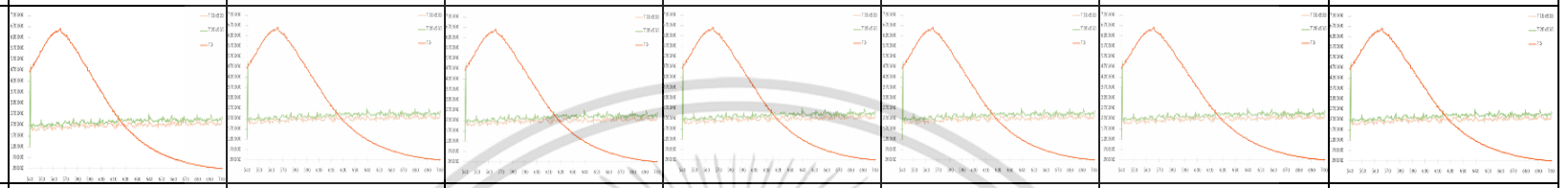
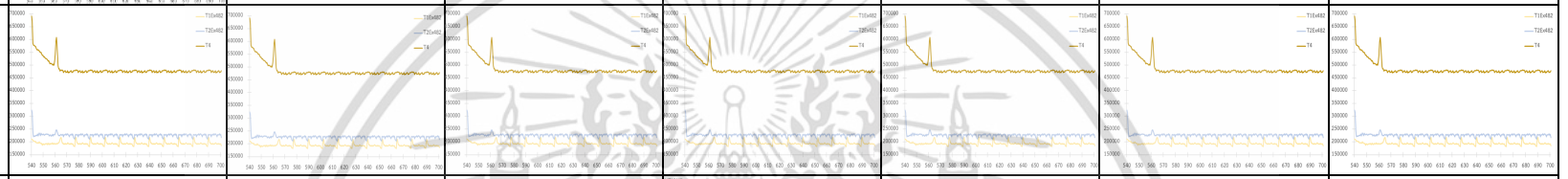
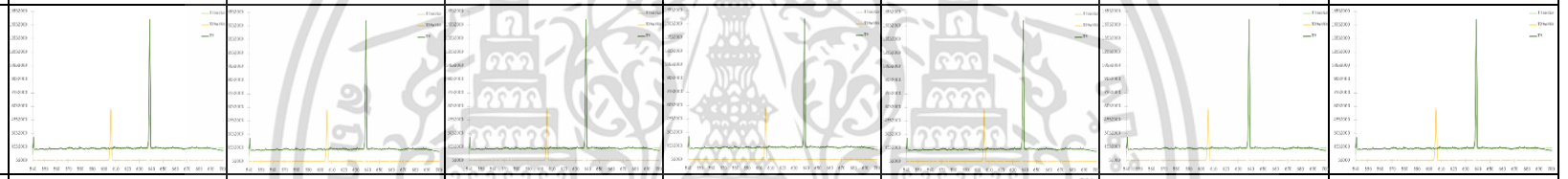
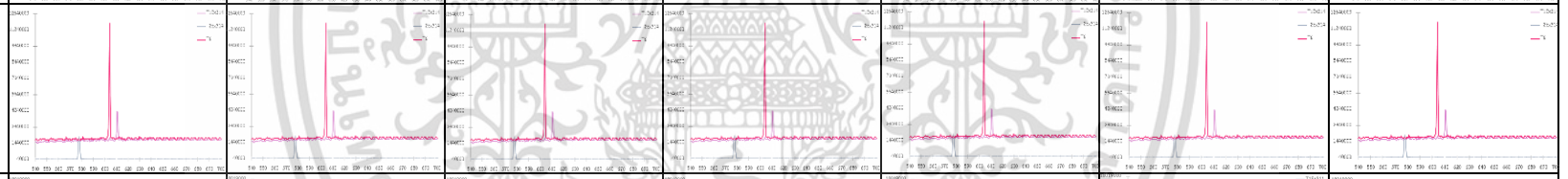
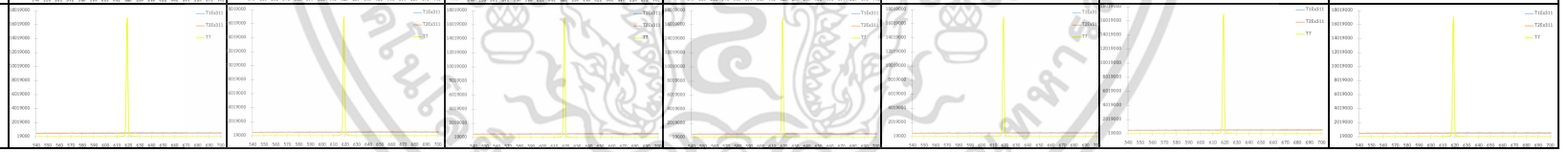
เมื่อนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธีหลังจากการเก็บรักษา เป็นเวลา 12 เดือนไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา เมื่อพิจารณาภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) พบการเรืองแสงเป็นสีฟ้า ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ไม่พบการเรืองแสง และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ มีการเรืองแสงออกมาแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6) และ curcumin (T7) พบการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11) และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์แตงกวาไปตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร พบว่ามีการคายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ 568 560 639 603 และ 620 นาโนเมตร สำหรับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ซึ่งไม่พบการคายแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าวกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษา เป็นเวลา 0 (a), 2 (b), 4 (c), 6 (d), 8 (e), 10 (f) และ 12 (g) เดือน T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3, T4, T5, T6 และ T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคลือบ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
	0	2	4	6	8	10	12
T3							
T4							
T5							
T6							
T7							

ภาพที่ 4.12 การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน แกน x คือ ความเข้มข้นของการเรืองแสง (a.u.) แกน y คือ ความยาวคลื่น (nm) T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว T3, T4, T5, T6 และ T7: การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

4.1.3.2 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบก่อนและหลังการเก็บรักษาในสภาพควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน

4.1.3.2.1 คุณภาพของเมล็ดพันธุ์

จากการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเดือนที่ 0 แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) และ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 97.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และ riboflavin (T4) มีค่าเท่ากับ 96.50 เปอร์เซ็นต์, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), chlorophyll (T5) และ rhodamine (T6) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 2 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) และ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 97.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และ riboflavin (T4) มีค่าเท่ากับ 96.50 เปอร์เซ็นต์, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), chlorophyll (T5) และ rhodamine (T6) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 4 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) เปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 93.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) และ rhodamine (T6) มีค่าเท่ากับ 93.50 เปอร์เซ็นต์, rhodamine (T7), chlorophyll (T3), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), safranine (T3) และ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 6 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) เปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 97.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) มีค่าเท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์, chlorophyll (T5), safranine (T3), cucurmin (T7), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ตามลำดับ และ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 8 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) เปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 97.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5), safranine (T3), cucurmin (T7), rhodamine (T6), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ ต่อมาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 10 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) เปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 96.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5), safranine (T3), cucurmin (T7), rhodamine (T6), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ และสุดท้ายเดือนที่ 12 พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) เปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด 96.75 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll (T5), safranine (T3), cucurmin (T7), rhodamine (T6), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ความงอก (%)						
	เดือนที่ 0	เดือนที่ 2	เดือนที่ 4	เดือนที่ 6	เดือนที่ 8	เดือนที่ 10	เดือนที่ 12
T1	96.50	96.50	91.00	90.00	89.00	89.00	89.00
T2	96.00	96.00	87.75	89.75	92.50	92.50	92.50
T3	97.00	97.00	90.75	94.50	95.00	95.00	95.00
T4	96.50	96.50	93.50	97.25	97.00	96.75	96.75
T5	96.00	96.00	93.00	94.75	95.50	96.00	96.00
T6	95.50	95.50	93.50	95.00	94.50	94.50	94.50
T7	97.00	97.00	93.75	94.25	95.00	94.75	94.75
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.14	3.14	5.55	4.10	3.47	3.34	3.34

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย สารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเดือนที่ 0 แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 7.44 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) มีค่าเท่ากับ 7.21, เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), safranine (T3), chlorophyll (T5) และ rhodamine (T6) ตามลำดับ จากการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 2 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 13.17 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) มีค่าเท่ากับ 11.43, เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, safranine (T3), curcumin (T7) และ chlorophyll (T5) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 4 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 10.34 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) มีค่าเท่ากับ 10.05, cucurmin (T7), chlorophyll (T5), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2), เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) และ safranine (T3) ตามลำดับ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 6 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine (T6) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 10.57 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) มีค่าเท่ากับ 9.87, cucurmin (T6), chlorophyll (T5), safranine (T3), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ และ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 8 พบว่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 7.43 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin (T4) มีค่าเท่ากับ 7.38, safranine (T3), rhodamine (T6), chlorophyll (T5), เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ ต่อมาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 10 พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 7.38 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6),เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ และสุดท้ายการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเคลือบเรืองแสง เดือนที่ 12 พบว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3) มีดัชนีการงอกสูงที่สุด 7.46 รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ cucurmin (T7), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6),เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) และ เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษาในห้องเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม เป็นเวลา 12 เดือน

การเคลือบเมล็ดพันธุ์[1/]	ดัชนีการงอก						
	เดือนที่ 0	เดือนที่ 2	เดือนที่ 4	เดือนที่ 6	เดือนที่ 8	เดือนที่ 10	เดือนที่ 12
T1	7.15	11.06	7.97	7.90	6.67	6.67	6.77
T2	7.11	13.17	8.19	8.30	6.99	6.99	6.99
T3	6.92	10.98	7.76	8.45	7.36	7.36	7.46
T4	7.21	11.32	10.05	9.87	7.38	7.33	7.33
T5	6.92	9.45	8.44	8.76	7.20	7.30	7.30
T6	6.88	11.43	10.34	10.57	7.26	7.26	7.26
T7	7.44	9.86	9.52	9.56	7.43	7.38	7.38
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.49	13.72	9.80	10.43	3.69	3.69	3.92

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

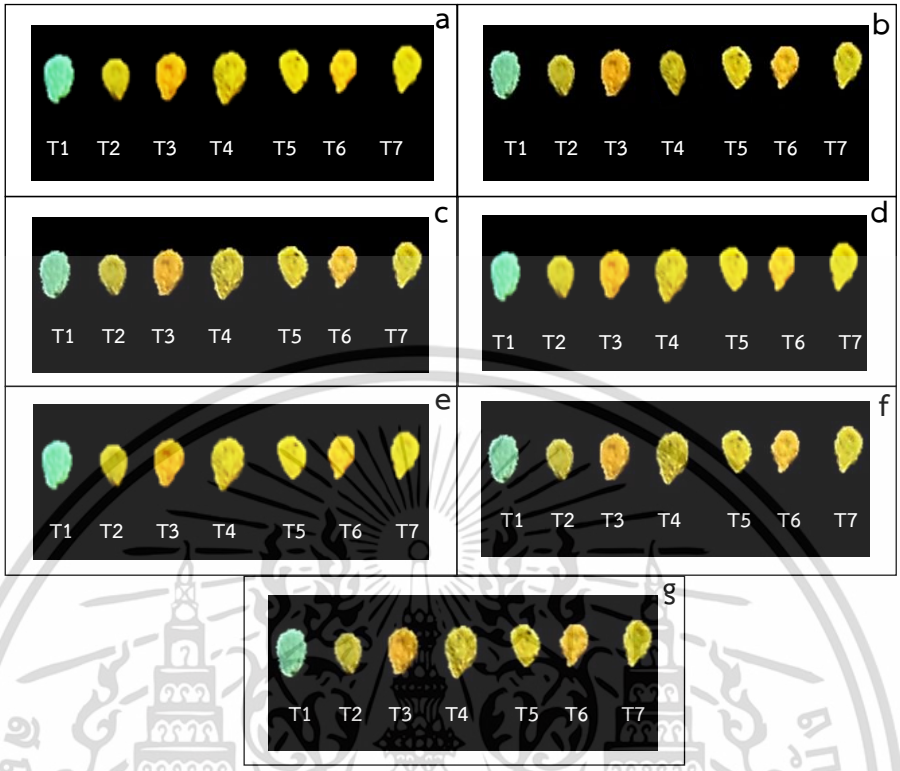
[1/]T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, T4: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ riboflavin, T5: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ chlorophyll, T6: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine, T7: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2.2 การเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษา

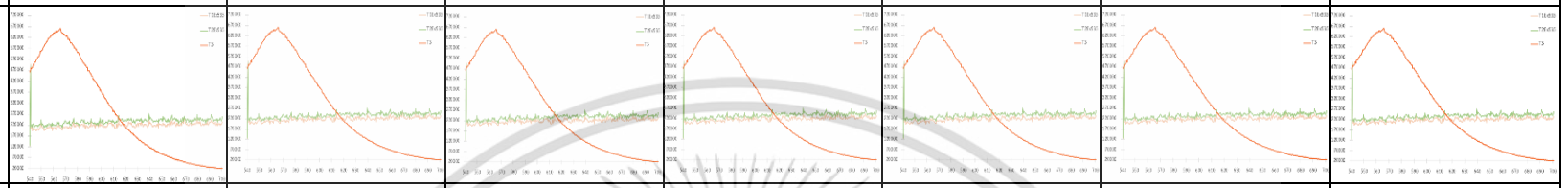
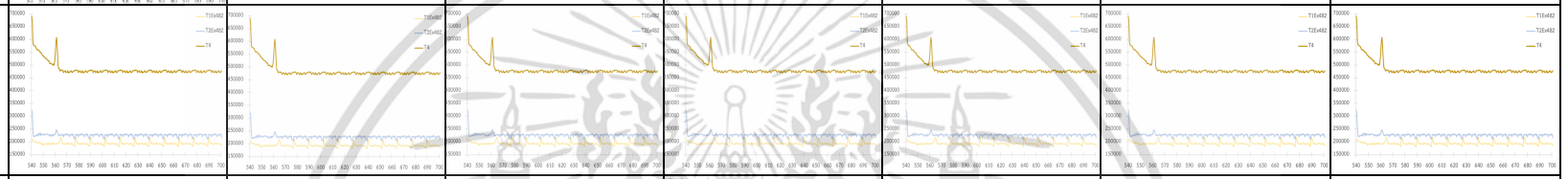
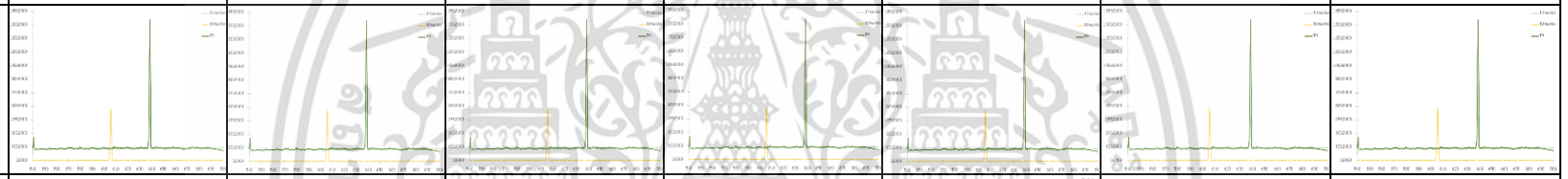
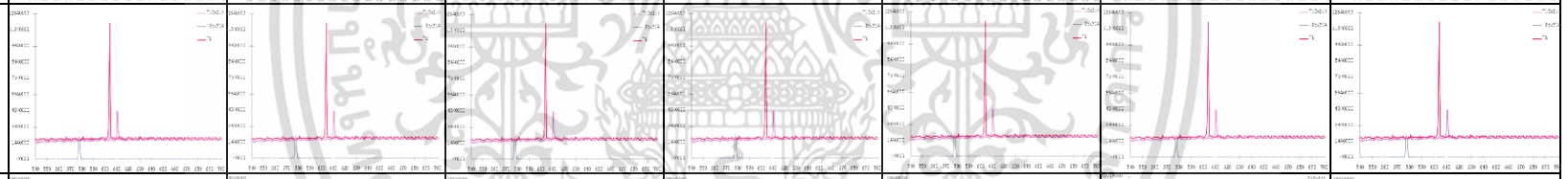
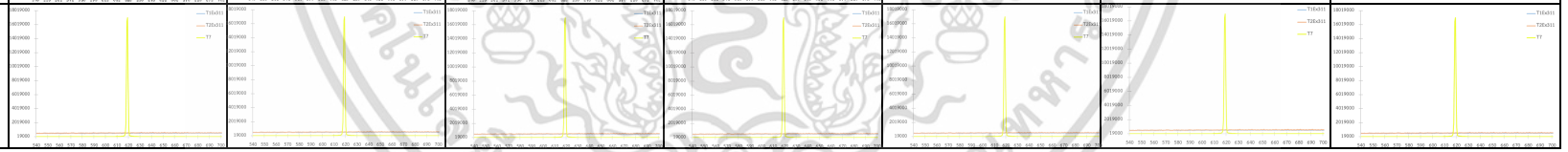
เมื่อนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบทุกกรรมวิธีหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา เมื่อพิจารณาภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตของเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร (T1) พบการเรืองแสงเป็นสีฟ้า ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (T2) ไม่พบการเรืองแสง และเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ มีการเรืองแสงออกมาแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6) และ curcumin (T7) พบการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13) และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศไปตรวจสอบสเปกตรัมการคายแสงด้วยเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นกระตุ้น 535 482 353 314 และ 311 นาโนเมตร พบว่ามีการคายแสงที่ช่วงความยาวคลื่นเฉพาะที่ 568 560 639 603 และ 620 นาโนเมตร สำหรับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ ซึ่งไม่พบการคายแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าวกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และเมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4.14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 การเรืองแสงภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกัน ก่อนและหลังการเก็บรักษา เป็นเวลา 0 (a), 2 (b), 4 (c), 6 (d), 8 (e), 10 (f) และ 12 (g) เดือน T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว, T3, T4, T5, T6 และ T7: เคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคลือบ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
	0	2	4	6	8	10	12
T3							
T4							
T5							
T6							
T7							

ภาพที่ 4.14 การเรืองแสงภายใต้เครื่องสเปคโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์ของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างกันก่อนและหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน แกน x คือ ความเข้มข้นของการเรืองแสง (a.u.) แกน y คือ ความยาวคลื่น (nm) T1: เมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบสาร, T2: เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว T3, T4, T5, T6 และ T7: การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine และ curcumin ตามลำดับ

4.2 อภิปรายผลการทดลอง

คุณสมบัติทางกายภาพและการเรืองแสงของสารเคลือบ คุณสมบัติของสารเคลือบเกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (Franca et al. 2013) ลักษณะของสารเคลือบต้องมีความหนืดค่อนข้างต่ำและการละลายฟิล์มได้เร็ว เนื่องจากฟิล์มอาจเป็นอุปสรรคต่อการแพร่ของออกซิเจนระหว่างการงอก (Kim and Taylor. 2004) เพื่อสร้างเอกลักษณ์ ระบุความเป็นเจ้าของ ตลอดจนการป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ การศึกษาสูตรสารเคลือบสำเร็จรูปจาก บริษัท เซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ผสมด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างๆ ได้แก่ Safranine, Riboflavin, Chlorophyll, Rhodamine, และ Curcumin นั้นไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ โดยสูตรสารเคลือบที่ค้นพบให้ค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 7.1-7.3 ความหนืดของสารเคลือบต่ำกว่า 300 cps และการละลายฟิล์มอยู่ที่ 38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งงานของ Tian et al. (2013) ที่เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วร่วมกับสารเรืองแสง rhodamine - B (RB) และ safranine - T (ST) ในอัตราที่แตกต่างกัน รายงานว่าไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า และ พจนา และคณะ (2557) พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาด้วย riboflavin ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันไม่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวา โดย riboflavin เป็นสารที่ถูกสกัดมาจากวิตามินบี ซึ่งพบได้ในธรรมชาติ และเป็นสารที่มีประโยชน์ (ampro, 2017) จึงอนุมานได้ว่าไม่เป็นโทษต่อพืชอย่างแน่นอน เกศินี และคณะ (2561) กล่าวว่าผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาร่วมกับ curcumin มีแนวโน้มความงอกและความเร็วในการงอกสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบเมล็ดด้วย auramine O เนื่องจากสาร curcumin เป็นสารสกัดจากขมิ้นชันเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเป็นสารที่ใช้ในการป้องกัน และรักษาโรคต่างๆ รวมทั้งโรคมะเร็ง (สุดารัตน์ และคณะ, 2555) ทั้งนี้การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารสกัดจากคลอโรฟิลล์ยังเกิดผลดีต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นสารประกอบอินทรีย์สีเขียวที่พืชสังเคราะห์ขึ้นทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วส่งต่อตัวรับพลังงานให้โมเลกุลต่างๆ จนเปลี่ยนเป็นคาร์โบไฮเดรตและน้ำในที่สุด (Croft and Chen, 2017)

การศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศด้วยสารเคลือบร่วมกับสารที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสงแต่ละชนิด ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศหลังการเคลือบ พบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงไม่มีผลต่อความงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ และดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว ซึ่งเปอร์เซ็นต์การงอกอยู่ที่ 93-94 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3 และ 4.5) อาจเนื่องมาจากฟิล์มในสารเคลือบร่วมกับสารออกฤทธิ์ที่นำมาใช้มีอัตราที่เหมาะสมต่อเมล็ดพันธุ์ เกิดการละลายอย่างรวดเร็วจึงส่งผลต่อความชื้นที่เข้าไปภายในเมล็ดและไม่เป็นอุปสรรค์ต่อการแพร่กระจายออกซิเจนระหว่างการงอก (Kim and Taylor, 2004) นอกจากนี้สารที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสงแต่ละชนิดยังเป็นสารที่ไม่เป็นพิษและใช้ในปริมาณที่น้อยจึงปลอดภัยต่อเมล็ดพันธุ์ ดังเช่นมีการทดสอบการใช้ rodamine B เพื่อเป็น biomarker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่องปากโรคพิษสุนัขบ้า และวัคซีนสำหรับสัตว์ป่า (ชาญณรงค์ และวีระ, 2544) ขณะที่ บุญมี และพรทิวา (2556) ศึกษาการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับสารเรืองแสง riboflavin ในอัตราต่างๆ รายงานผลทำนองเดียวกันว่าการเคลือบไม่มีผลต่อความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ ปรากฏการณ์นี้ยังพบได้ในต้นกล้ายาสูบที่เคลือบด้วย Safranine T (Guan, 2013) ซึ่งเป็นสารในทางชีวภาพที่ใช้ในวิทยาและเซลล์วิทยา safranine ใช้เป็นสีย้อมในโปรโตคอลการย้อมสีบางสีของเซลล์นิวเคลียสเป็นสีแดง และยังใช้เป็นตัวบ่งชี้รีดอกซ์ ในการวิเคราะห์ทางเคมี จึงไม่เป็นพิษต่อเมล็ดพันธุ์ ต่อมา Sikhao et al. (2014) กล่าวว่าสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงที่เลือกใช้ต้องไม่บดบังการเรืองแสงเมื่อส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ซึ่งในงานทดลองนี้ก็ได้พบว่าเมื่อเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบร่วมกับ safranine (T3), riboflavin (T4), chlorophyll (T5), rhodamine (T6) และ curcumin (T7) ทำให้เกิดการเรืองแสงเป็นสีส้ม, สีเหลืองอมเขียว, สีเหลืองสว่าง, สีส้ม และ สีเหลืองสว่าง ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1.3 และ 4.1.9) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Tian et al. (2013) ที่ใช้ rhodamine B และ safranine T เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วลันเตาด้วยสารเรืองแสงไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ และการเจริญเติบโตของต้นกล้า นอกจากนี้ยังพบว่าต้นกล้ามีการเรืองแสงเป็นสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sellei (1941), Guan et al. (2011) และ Guan et al. (2013) ที่ทำการทดลอง ในเมล็ดยาสูบและเมล็ดดาวเรืองหลังจากการตรวจสอบการเรืองแสงในต้นกล้า พบว่า rhodamine B มีการเรืองแสงเป็นสีส้มเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงสีเขียว

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์แตงกวา และมะเขือเทศที่ผ่านและไม่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ หลังจากการเร่งอายุ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอยู่ที่ 93-94 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4 และ 4.6) ดังงานทดลองของ ชนกเนตร และบุญมี (2559) ได้รายงานว่ารายงานการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับ rhodamine B ที่ความเข้มข้น 0.20% ไม่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเมื่อตรวจสอบในสภาพเรือนทดลอง โดย rhodamine B ไม่เป็นพิษต่อเมล็ดพันธุ์ และเมื่อนำไปเร่งอายุ พบว่า ความงอกและความเร็วในการงอกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สอดคล้องกับงานของ Almeida et al. (2005) ซึ่งได้ทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์บร็อคโคลีด้วย hydroxyethyl cellulose (HEC) พบว่าคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้านการงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และในงานทดลองของ เกศินี และคณะ (2562) เคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวา โดยใช้ Polyvinylpyrrolidone (PVP-K30) ที่ความเข้มข้น 7% เป็นสารเคลือบ และเคลือบร่วมกับสารเรืองแสง 3 ชนิด คือ rhodamine B, curcumin และ auramine O โดยแต่ละชนิดใช้ความเข้มข้นเท่ากันคือ 0.1%, 0.5% และ 1.0% พบว่าเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเรืองแสงทั้ง 3 ชนิด ไม่ทำให้ความงอก และความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เมื่อนำไปเร่งอายุพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วย auramine O ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0% ทำให้ความงอกและความเร็วในการงอกลดลงมากกว่าวิธีการอื่นๆ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนการเรืองแสงลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อตรวจสอบการเรืองแสงภายใต้แสงยูวี

เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบ เป็นเวลา 12 เดือน แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกที่เพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ และดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ เมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว เปอร์เซ็นต์การงอกอยู่ที่ 94-98 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.8 และ 4.11) โดยงานทดลองของ ชนกเนตร และบุญมี (2557) เคลือบพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสง Rhodamine-B ในอัตรา 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ บนเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ พบว่าาเมล็ดที่เคลือบด้วย rhodamine B มีการเรืองแสงเป็นสีส้มบนผิวของเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำไปทดสอบด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลต ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันเป็นเวลา 6 เดือน มีความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ที่ตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพห้องเรือนทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ เช่นเดียวกับงานทดลองของ พจนา และคณะ (2558) ได้เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับไรโบฟลาวิน หลังจากเก็บรักษาแล้วนำไปตรวจสอบการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต พบว่าเฉพาะเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่เคลือบด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับไรโบฟลาวินเท่านั้นมีการเรืองแสงเป็นสีส้ม ซึ่ง ไรโบฟลาวิน คือสารเรืองแสงที่ถูกสกัดมาจากวิตามินบี ซึ่งพบได้ตามธรรมชาติจึงไม่ส่งผลต่อเมล็ดพันธุ์ ขณะที่งานทดลองของ จักรพงษ์ และคณะ (2565) เคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานโดยมีกรรมวิธีดังนี้ เคลือบเมล็ดด้วย Carboxylmethyl Cellulose (CMC) เคลือบเมล็ดด้วยว่านหางจระเข้ และการเคลือบเมล็ดด้วยสารสกัดว่านหางจระเข้ โดยแต่ละกรรมวิธีเคลือบเมล็ดใช้อัตราสารเคลือบคือ 1, 2 และ 3 มิลลิลิตร ผลการศึกษาพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Aloe Vera อัตรา 1 มล. เป็นสารเคลือบ ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกรากและความเร็วในการงอกรากสูง แต่การเคลือบเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีไม่ทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สารเคลือบทุกกรรมวิธีมีคุณสมบัติของสารแต่ละลักษณะแตกต่างกันทางสถิติ โดย pH ของสารมีความเป็นกลาง ความหนืดและค่าการละลายฟิล์มอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ทำให้พบความสม่ำเสมอในการเคลือบทั้งเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศ โดยเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ curcumin มีความสม่ำเสมอมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบการเรืองแสงของสารเคลือบทั้งการตรวจสอบภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพาและเครื่องสเปกโตรฟลูออโรโฟโตมิเตอร์

5.1.2 เมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงทุกกรรมวิธีมีการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์และมีการคายแสงที่ความยาวคลื่นเฉพาะเจาะจง โดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบด้วยสารเคลือบร่วมกับ rhodamine ทั้งนี้ทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อความงอก ดัชนีการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ทั้งในเมล็ดแตงกวาและมะเขือเทศ

5.1.3 การเคลือบเมล็ดพันธุ์แตงกวาและมะเขือเทศด้วยสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงทุกกรรมวิธียังคงมีการเรืองแสงถึงแม้ว่าเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไปแล้วถึง 12 เดือน นอกจากนี้ยังไม่ทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันทางสถิติกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบและเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว

สรุปได้ว่าสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงทุกสูตรมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ในการป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ โดยสูตรสารเคลือบที่แนะนำคือสารเคลือบร่วมกับ rhodamine เนื่องจากมีการเรืองแสงออกมาชัดเจนที่สุด และประสิทธิภาพในการเคลือบเมล็ดพันธุ์เพื่อสร้างเอกลักษณ์ตลอดจนป้องกันการปลอมแปลงให้กับเมล็ดได้มากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในระยะเวลาที่นานขึ้นเพื่อให้เห็นผลต่อความยาวนานของการเรืองแสงและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองควบคุมยา. 2547. **แนวทางการทดสอบความคงสภาพของยาและผลิตภัณฑ์**. กองควบคุมยา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.

กิตติวรรณ กล้ารอด และ บุญมี ศิริ. 2559**. อิทธิพลของการเคลือบเมล็ดด้วยฮอร์โมนพืชต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้าของมะเขือเทศ**. เกษตรพระจอมเกล้า. 34(3), 143-156.

เกศินี ถนอมขวัญ, จักรพงษ์ กางโสภา และ บุญมี ศิริ. 2561. **ผลของการเคลือบสารเรืองแสงต่อคุณภาพและการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมหลังการเร่งอายุ**. แก่นเกษตร. 46(1), 49-55.

เกศินี ถนอมขวัญ, คณิต วิชิตพันธุ์ และ บุญมี ศิริ. 2562. **ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเรืองแสงต่อคุณภาพและการเรืองแสงของเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม**. แก่นเกษตร 47(2), 361-370.

จักรพงษ์ กางโสภา และบุญมี ศิริ. 2557. **อิทธิพลของวัสดุประสานที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการพอกเมล็ดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ยาสูบพันธุ์เวอร์จิเนีย**. แก่นเกษตร. 42(2), 201-210.

จักรพงษ์ กางโสภา, มนวิภา ศิริเวช และ บุญมี ศิริ. 2559. **พอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม**. แก่นเกษตร 44(1), 362-367.

จิราภรณ์ หาญสุรีย์ และบุญมี ศิริ. 2561. **ผลของการเคลือบเมล็ดพันธ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชผสมเพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม**. แก่นเกษตร. 46(3), 507-516.

จักรพงษ์ กางโสภา, เพชรรัตน์ จี้เพชร และสุรีมาศ จันต๊ะอินทร์. 2565. **ผลของสารเคลือบว่านหางจระเข้ต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวาน**. วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 39(1), 13-27.

จุฑามาส คุ้มชัย. (2558). **การพัฒนาวิธีการตรวจสอบสารพิษตกค้างทางการเกษตรโดยใช้สารเรืองแสง Development of pesticides residue determination method by fluorescence substances**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชนกเนตร ชัยวิชา และ บุญมี ศิริ. 2557. **การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเพอลิเมอร์ร่วมกับ Rhodamine-B ต่อการเรืองแสงและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม**. แก่นเกษตร. 42(1), 96-101.

ชนกเนตร ชัยวิชา. 2559. **ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสงต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ มะเขือเทศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ชนกเนตร ชัยวิชา และบุญมี ศิริ. 2559. **ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วย Rhodamine B ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเรืองแสงเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ**. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 34 (2), 51-58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิตสกนธ์ ภักดิ์แจ่มใส. (2545). **เวลาในความมืด**. [Online]. Available : ttps://www2.mtec.or.th/th/e-magazine/admin/upload/282_13.pdf

ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ. 2544. **เครื่องมือวิทยาศาสตร์**. เครื่องวัดแสงฟลูออเรสเซนซ์. 3. ขอนแก่น : คลังนานาวิทยา.

ณัฐชญา สายคำวงศ์ และบุญมี ศิริ. 2562. **การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช และอายุเก็บรักษา**. เกษตรพระจอมเกล้า. 37(1), 165-178.

ธนะชัย พันธเกษมสุข, ศิโรรัตน์ เขียนแมน และ จุฑามาส คุมชัย. 2559. **การประยุกต์ใช้สารเรืองแสงเพื่อการทดสอบสารพิษตกค้างในผัก**. วิทยาศาสตร์เกษตร. 47(3), 35-38

บุญมี ศิริ. 2558. **การปรับปรุงสภาพและการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์**. ขอนแก่น : คลังนานาวิทยา.

ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์. 2552. ดี**เอ็นเอบอกเอกลักษณ์สำหรับการเคลือบเมล็ดและการตรวจวัดด้วยยีนเซ็นต์เซอร์**. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8. 6-9 พฤษภาคม 2552 ณ โรงแรม ดิ เอ็มเพลส อ.เมือง จ.เชียงใหม่.

ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา. 2534. **ยาเม็ดเคลือบฟิล์ม**. ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปวริศา เอี่ยมงาม, มนสิณีย์ โพธิรัตน์ และ ศุภาพิชญ์ ครุปิต. 2564. **การศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเคลือบเมล็ดพันธุ์จากพอลิกลูตามิกแอซิดและอนุพันธ์คูมาริน**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ผดุงขวัญ จิตโรภาส, ชิราวุธ ปทุมธนทรัพย์ และบุญมี ศิริ. 2551. **การพัฒนาสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดโดยใช้พอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำเป็นสารก่อฟิล์ม**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3), 370-372.

พิสิทธิ์ สุทธิอารมณ์ และภารุณี ถนอมเกียรติ. 2535. **Tablet Coating**. แผนกวิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

เพียรกิจ แดงประเสริฐ. 2530. **ยาเม็ด**. ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พจนา สีขาว, ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์ และบุญมี ศิริ. 2553. **เอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวาจากการเคลือบด้วยดีเอ็นเอ**. วิทยาศาสตร์เกษตร. 41(2), 485-488.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พจนา สีขาว, พัฒนา ธีรพรชัยสิทธิ์, ปยะศักดิ์ ชอุมพฤกษ และ บุญมี ศิริ. 2555. **ศึกษาการสรางเอกลักษณของเมล็ดพันธุแตงกวาลูกผสมโดยการใชสารพอลิเมอรรวมกับสารเรืองแสง**. แก่นเกษตร. 40, 163-170.

พจนา สีขาว, พัฒนา ธีรพรชัยสิทธิ์ และ บุญมี ศิริ. 2558. **เสถียรภาพของการเรืองแสงหลังการเคลือบและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดพันธุ์แตงกวา**. แก่นเกษตร. 43(1), 89-95.

พจนา สีขาว. 2559. **การเคลือบเมล็ดเพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์**. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 34(3), 157-163.

พัชรา คำพันธ์ และบุญมี ศิริ. 2564. **การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมหลังเคลือบร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช**. แก่นเกษตร. 49(1), 105-118.

ภาณี ทองพำนัก วุฒิชัย ทองดอนแอ ประภาส ประเสริฐสูงเนิน กนิษฐา สังคะหะ และญาณี มั่นอ้น. 2540. **การเคลือบและการพอกเมล็ดพันธุ์พืชและการใช้ประโยชน์**. รายงานผลการวิจัยประจำปีทุนอุดหนุนวิจัยปี 2540. ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2551. **ก้าวล้ำกับเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. [Online]. Available : http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/52/04-plant/ plant-ku/plant_00.html.

สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. **ข้อมูลสถิติ**. [Online]. Available : https://thasta.com/ statistics/ statistics/.

สาคร ศรีมุข. 2558. **การพัฒนาศูนย์กลางการผลิตเมล็ดพันธุ์**. บทความวิชาการ การปฏิรูประบบการเกษตร สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา.

สายสุดา โยวราช. 2557. **คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศที่ผ่านการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช**. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. สาขาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 52 หน้า.

สุวารี กอเกษตรวิศว ผดุงขวัญ จิตโรภาส และบุญมี ศิริ. 2553. **ผลของสารเคลือบที่มีต่อคุณลกษณะของการเคลือบและคุณภาพเมล็ดพันธุขาวโพด**. วิทยาศาตรเกษตร 41(1), 500-503.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. **ข้อมูลสถิติ**. [Online]. Available : https://www.doa.go.th/ ard/? page_id=1428.

อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548. **สารเคลือบ.** เอกสารคำสอน ระดับปริญญาตรี กระบวนวิชาสารช่วยสำหรับรูปแบบยาเตรียมของแข็ง. สายวิชาวิทยาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 50 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Almeida, C de., Rocha, C.D.R. and Razera, L.F. 2005. **Polymer coating, germination and vigor of broccoli seed**. [Online]. Available : http://www.scielo.br/scielo.php.

Ampro content. 2017. **Vitamin-b riboflavin**. [Online]. Available : https:// amprohealth. com/ nutrition/ riboflavin - vitamin-b2/.

Barber, J.A.S. and Parkin, C.S. 2003. **Fluorescent tracer technique for measuring the quantity of pesticide deposited to soil following spray applications**. Crop Protection. 22, 15–21.

Croft, H., and J.M. Chen. 2017. **Leaf pigment content**. In J. M. Chen (Ed.), Comprehensive Remote Sensing. 3, 117-142.

Copeland, L.E. and McDonald, M.B. 1995. **Seed Science and Technology**. Champ & Hall: New York.

Ester, A., Putter, H. and Bilsen, J.G.P.M. 2003. **Film coating the seed of cabbage (*Brassica oleracaea* L. var. *capitata* L.) and cauliflower (*Brassica oleracea* var.IL.) with imidacloprid and spinosad to control insect pest**. Crop Protection, 22(5), 761-768.

Feijo, J. A. and Moreno, N. 2004. **Imaging plant cells by two-photon excitation**. Protoplasma, 223(1), 1–32.

Franca, L.V., Croda, M.D, Nascimento, W.M. and Freitas, R.A. 2013. **Physiological quality of eggplant seeds with different extraction and drying methods**. Journal of Seed Scirnce, 35(1), 51-55.

Francis, P.S., Adcock, J.L., Costin, J.W., Purcell, S.D., Pfeffer, F.M. and Barnett, N.W. 2008. **Chemiluminescence detection of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) alkaloids**. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 48, 508-518.

Greipsson, S. 2001. **Effects of stratification and GA_3 on seed germination of a sand stabilizing grass leymus arenarius used in reclamation**. Seed Science and Technology, 29, 1-10.

Guana, Y.J., Wang, J.C., Hu, J., Lib, Y.P., Mab, W.G., Hua, W.M. and Zhua, S.J. 2013. **Pathway to keep seed security**. The application of fluorescein to identify true. Industrial Crops and Products, 45, 367–372.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Guan, Y., Li, Y., Hu, J., Ma, W., Zheng, Y. and Zhu, S. 2013. **A new effective fluorescent labeling method for anti-counterfeiting of tobacco seed using Rhodamine B**. Australian Journal of Crop Science. 7, 234-240.

Hebbern, C.A., Pedas, P., Schjoerring, J.K., Knudsen, L. and Husted, S. 2005. **Genotypic differences in manganese efficiency**. Field experiments with winter barley (*Hordeum vulgare* L.). Plant Soil. 272, 233–244.

ISTA. 2019. International Rules for Seed Testing, Edition. 2010. **International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland**.

Konstantinova, P., Bonants, P. J. M., Van Gent-Pelzer, M. P. E., Van Der Zouwen, P. and Van Den Bulk, R. 2002. **Development of specific primers for detection and identification of Alternaria spp**. in carrot material by PCR and comparison with blotter and plating assays // Mycological Research. 106, 23-33.

McDonald, M.B. and Kwong, F.Y. 2005. **Flower Seed Biology and Technology**. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Pamuk, S.G. 2004. **Controlling water dynamic in Scotspine (*Pinus sylvertris* L.) seed before and during seedling emergence**. Doctoral Thesis. Department of Silviculture, Swedish University of Agriculture Sciences, Uppsala, SWEDEN.

Petch, G. M., Maude, R. B. and White, J. G. 1991. **Effect of film-coating layering of metalaxyl on the germination of carrot seeds their emergence and the control of cavity spot**. Crop Protection. 10, 117-120.

Piuri, V. and Scotti, F. (2010). **Design of an Automatic Wood Types Classification System by Using Fluorescence Spectra**. Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions. 40(3), 358–366.

Qiu, J., Renmin, W., Jizhi, Y. and Jin, H. 2005. **Seed film coating with uniconazole improves rape seedling growth in relation to physiological changes under water logging stress**. Plant Growth Regulation. 47, 75-81.

Srikaow, P., Chaumpluk, P. and Siri, B. 2010. **Seed identity of cucumber seed by DNA coating**. Agricultural Science Journal. 41, 485-488.

Sikhao, P., Chaumpluk, P. and Siri, B. 2014. **Seed coating with DNA for anti-counterfeiting of cucumber seeds**. Khon Kaen Agriculture Journal. 42(1), 473-477.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Spessotto, P., Giacomello, E. and Perris, R. 2002. **Improving Fluorescence-Based Assays for the In Vitro Analysis of Cell Adhesion and Migration**. Molecular Biotechnology. 20(3), 285–304.

Sellei, J. 1941. **Further growth experiments with fluorescent dyes**. Growth 5, 27–52.

Svendsen, C.B., Milman, N., Hoier-Madsen, M., Dziegiel, M.H. and Krogfelt, K.A. 2008. **Determination of rickettsial and antinuclear antibodies in Danish patients with sarcoidosis**. The Clinical Respiratory Journal. 2, 202–207.

Thiphinkong, D. and Sikhao, P. 2021. **Effect of Seed Coating with Fluorescent Compound on Quality and Fluorescence of Cucumber seeds**. International Journal of Agricultural Technology. 17(6), 2429-2438.

Tian, Y., Wang, Q., Hu, J., Wang J. and Guan, Y. 2013. **Application of fluorescent dyes for falsification-preventing of pea seeds (*Pisum sativum* L)**. Australian Journal of Crop Science. 7(1), 147-151.

Tian, Y.B., Zhan, L., Fei, H., Yajing, G., Shuijin, Z. and Jin, H. 2014. **A novel anti-counterfeiting method: Application and decompositionof RB for broad bean seeds (*Vicia faba* L.)**. Industrial Crops and Products. 61, 278–283.

Welbaum, G. 1997. **Seed development and germination**. Field Crops Research. 54(1), 85.

Xi, Z., Gavotte, L., Xie, Y. and Dobson, SL. 2008. **Genome-wide analysis of the interaction between the endosymbiotic bacterium Wolbachia and its Drosophila host**. BMC Genomics. 9, 1.

Zulfiqar, M.I., Abbasi, H., Khan, A., Nizami, A., Hakeem, J.A. and Khan, M.J. 2019. **Agricultural economy of skardu is based on glaciers and snow melting – A case study of burgay watershed**. Sarhad Journal of Agriculture. 35(2), 336-341.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2021Vol. 17(6):2429-2438
Available online http://www.ijat-aatsea.com
ISSN 2630-0192 (Online)

Effect of Seed Coating with Fluorescent Compound on Quality and Fluorescence of Cucumber seeds

Thiphinkong, D. and Sikhao, P.*

Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand.

Thiphinkong, D. and Sikhao, P. (2021). Development of fluorescent coating substance for anti-counterfeit of high value seeds. International Journal of Agricultural Technology 17(6):2429-2438.

Abstract The quality and fluorescence of seed after coating with fluorescent compound on cucumber was investigated. The results showed that the coated seed with all types of fluorescent compound had a fluorescence when examined by using a portable ultraviolet light projector. The coated seed with coating substance mixed with Rhodamine had the clearest fluorescence. All the coated seed with coating substance mixed with fluorescence compound were specifically emissions spectra observed from a spectrofluorophotometer. In addition, there were also not affected germination and germination index of seed. In summary, coating with coating substance mixed with Rhodamine is an effective and convenient to mark any cucumber seed lot for provide identity and other qualifications as well as preventing counterfeiting of seeds.

Keywords: Seed coating, Fluorescent compound, Seed quality

Introduction

Seeds are a key fundamental factor influencing quality and quantity of agriculture products. From an economic point of view, seed production can generate 45 million US dollars in international trade worldwide (International Seed Federation, 2021). The seed industry in Thailand has been continuously growing due to the suitable climate for producing seeds. Thailand is also an agricultural country and Thai farmers have experienced and expertised in cultivation. According to statistical data, the export revenues of controlled seeds from Thailand has increased every year. In 2020, the amount of controlled seed exports were 1,742,813.44 tons, which was equal to 261,318,057.85 million baht. However, the amount import of controlled seed was only 203,280.67 tons or equal to 46,624,878.87 million baht (Office of Agricultural Regulation, 2021). In today's seed trade, there are exploitations without regard to values, morality, and ethics. The cases are selling poor, fake,

*Corresponding Author: Sikhao, P.; Email: potjana.si@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

or imitation seeds, stealing seeds from other companies' field plots, and stealing parent breeds (Guan *et al.*, 2013) which negative effects for good seed producers. Although, the use of fluorescent coating imposes the high cost of seed production that can prevent seed counterfeiting. This technology is not only applied a thin and uniform coating on the seed surface without changing seed's shape, but also increased seed's adhesion to active ingredients which helps for protecting seeds, absorbing active substances, and promoting growth (Siri, 2015). The seed coating techniques and tools have been developed from the pharmaceutical industry using polymers with an appropriate level of stickiness and a combination of useful active ingredients to improve seed quality. Increasing percentage of germination can be done by coating the seeds with plant nutrients, growth regulators, plant hormones and pesticides. Preventing adulteration can be done by coating them with distinctive colors. Nowadays, the coloring technique is just for giving identities about seeds or owners, which is not sufficiently specific to prevent counterfeit or imitation. Farmers still have risks to buy seeds with poor quality from fake lots resulting in low yield in crop production. The success of crop production relies on the quality of the seeds used for planting, so coating the seeds with a more specific substance might solve a problem of seed forgeries. As in the experimental work of Guan *et al.* (2013) they used Rhodamine B with different concentrations to apply as a coating on tobacco seeds. The seeds were then examined for fluorescence property at a wavelength of 530-560 nm. They found that the seeds with a coating of Rhodamine B showed a red fluorescence and the seeds without a coating of Rhodamine B did not show red fluorescence. This research showed that coating and additional markers on the seed surface using various fluorescent substances can be helpful. The fluorescence must be examined for emission spectra under a spectrofluorophotometer, it provides a unique hidden identity about seeds and ownership to prevent counterfeits.

Materials and methods

Preparation of seed coating substance

Seed coating substance was prepared by using a ready-made coating (Ceres International Co., Ltd.) mixed with various fluorescent substances such as safranine (PanReac AppliChem ITW Reagents), Riboflavin (Loba Chemie Pvt. Ltd.), Rhodamine (Loba Chemie Pvt. Ltd.), Curcumin (SK Herb Co., Ltd.) and Chlorophyll from in-lab preparation. Briefly, chlorophyll was obtained by cutting 150 g of mango leaves into small pieces, grinding with 80% acetone as a solvent, adjusting the volume to 100 ml, and putting it into a beaker covered with aluminum foil, respectively. The beaker was stored in the dark room

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2021Vol. 17(6):2429-2438

immediately at room temperature for 24 hours or until the green color from the leaves had completely dissolved.

Cucumber seed coating

The experimental design was done using a Completely Randomized Design (CRD). Different types of fluorescent coatings were used for coating hybrid cucumber seeds (TSA Co., Ltd.). The coatings and other mixing substances for fluorescent properties were prepared in 7 different ways including 1) coating seeds with only a coating substance (T1), 2) coating seeds with a combination of coating substance and 0.03% safranine (T2), 3) coating seeds with 0.5% riboflavin (T3), 4) coating seeds with 1% chlorophyll (T4), 5) coating seeds with 0.3% rhodamine (T5), and 6) coating seeds with 0.2% curcumin (T6). The uncoated seed was used as a control (T0). The coating process was performed by using a rotating disk seed coating machine (model RRC150) using 140 ml of coating substances per 1 kg of seed (Tian *et al.*, 2013). After that, the coated seeds were dehumidified by a hot air oven at 35 ℃ to reduce the moisture content to close to the level before coating. The fluorescence property was then examined on the surface of the seeds with a portable ultraviolet light projector at a wavelength of 254 nm. and the emission spectra were observed with a SHIMADZU spectrofluorophotometer (model RF-6000. The properties of seed including moisture content, germination and germination index were also examined.

Fluorescence examination on seed surface

10 coated and uncoated seeds were observed for fluorescence on the surface of the seeds with a portable ultraviolet light projector at a wavelength of 254 nm. and for the emission spectra with a SHIMADZU spectrofluorophotometer (model RF-6000) at an excitation wavelength of 300-600 nm. All coated and uncoated seeds were randomized into the solid sample holder, spread evenly, measured their emission spectrum, and then recorded the results as fluorescence intensity values at different wavelengths.

Seed moisture content

Seed moisture contents were checked by the RHINO RR Moisture machine (model HC2-AW-USB-SW) which calculated the seed moisture by measuring Water Activity. The coated and uncoated seeds were loaded into the probes. Then, the probe sets were placed into the Sample Holder and the water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

activity values from the machine were reported. The Water Activity values were converted by the software application namely Seed Viability to the seed moisture content in percentage and recorded as results.

Germination percentage of seeds in laboratory conditions

The percentages of germination of coated and uncoated cucumber seeds were checked by the between paper method with a number of samples of 50 seeds in quadruplicate. Briefly, seeds were put on a stack of two damp planting papers and placed in an incubator where its temperature was controlled at 20-30 ℃. The germinations were evaluated by counting normal germinated seedlings at 4 days old (as a first count) and 8 days (as a final count) (ISTA, 2019).

$$\text{seed germination (\%)} = \left[\frac{\text{number of normal seedlings}}{\text{number of seeds}} \right] \times 100$$

Germination index

All coated and uncoated cucumber seeds were cultivated according to the method of seed germination examination in the laboratory. Counting the number of normal germinated seeds was performed on day 4 (as the first count) and day 8 (as the final count) (ISTA, 2019).

$$\text{seeds germination index} = \left[\frac{\text{daily seedlings}}{\text{number of days after cultivation}} \right]$$

Results

Effect of different fluorescent substances on the quality of cucumber seeds after coating

When inspecting the quality of coated and uncoated cucumber seeds, it was found that the percentages of moisture content of cucumber seeds were not statistically different in different coatings. A combination of coating substance with curcumin on seeds (T6) showed the highest moisture content (12.50%) followed by only a coating substance on seeds (T1), a combination of coating substance with chlorophyll (T4), uncoated seeds (T10), a combination of coating substance with riboflavin (T3), rhodamine (T5), and safranine (T2), respectively. The effects on germination of seeds grown in laboratory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

conditions were not statistical difference. Seeds coated with chlorophyll (T4) had the highest percentage of germination (94.50%), followed by seed coated with safranine (T2), which was 93.75 percent, corresponding to seed germination index. There were not statistical differences between all coating treatments. The effects on germination index showed that seeds co-coated with chlorophyll had the highest germination index (14.68), followed by uncoated seeds (T0), seeds co-coated with riboflavin (T3), safranine (T2), curcumin (T6), only a coating substance (T1) and rhodamine (T5), respectively (Table 1).

Table 1. Seed moisture content, seed germination and germination index of uncoated and coated seed with coating substance and coating substance mixed with different type of fluorescent compound after coating

Coating substance[1/]	Moisture Content (%)	Germination (%)	Germination index
T0	12.18	91.00	14.12
T1	12.42	86.50	13.00
T2	11.73	93.75	13.34
T3	12.17	92.00	14.06
T4	12.22	94.50	14.68
T5	12.15	91.00	12.75
T6	12.50	91.50	13.31
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.52	5.85	7.80

ns = non statistical significant difference.

[1/]T0: control, T1: Seed coating with coating substance only, T2: Seed coating with coating substance mixed with Safranin, T3: Seed coating with coating substance mixed with Riboflavin, T4: Seed coating with coating substance mixed with Chlorophyll, T5: Seed coating with coating substance mixed with Rhodamine, T6: Seed coating with coating substance mixed with Curcumin.

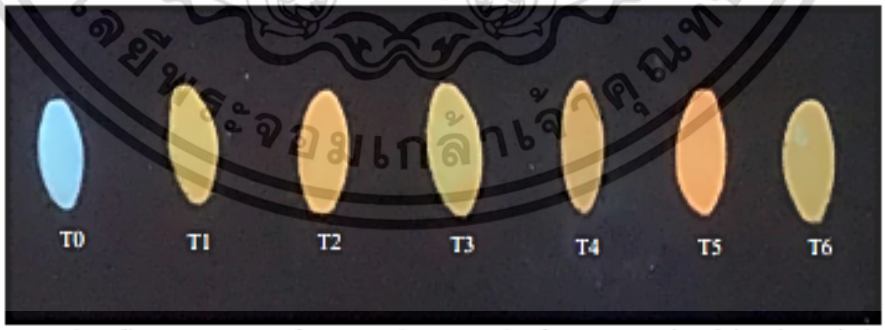


Figure 1. The fluorescent of cucumber seed after coated with ultraviolet light, T0: control, T1: Seed coating with coating substance only, T2, T3, T4, T5 and T6: Seed coating with coating substance mixed with Safranin, Riboflavin, Chlorophyll, Rhodamine and Curcumin, respectively

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

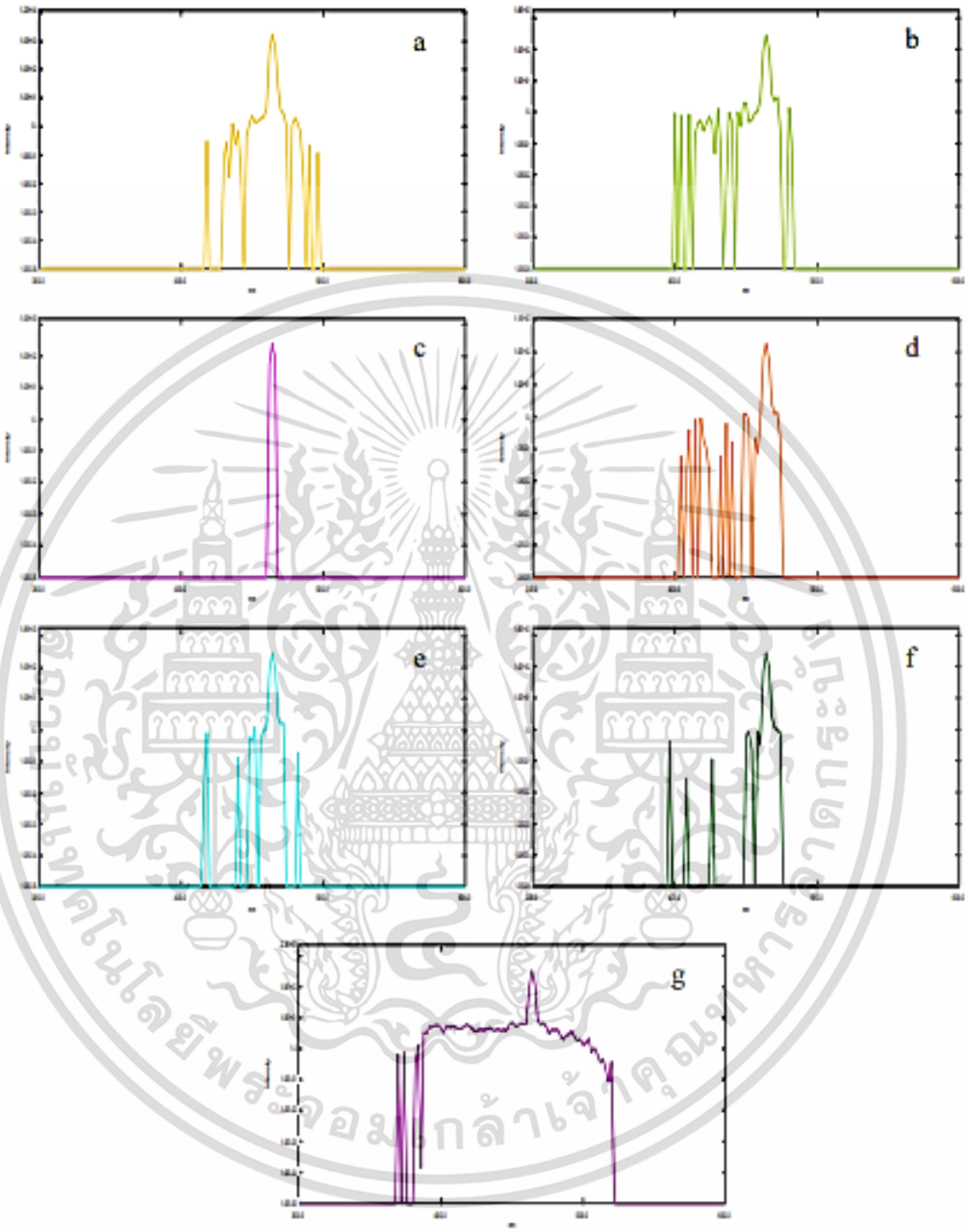


Figure 2. The fluorescence emission spectra from a spectrofluoro photometer of uncoated and coated cucumber seeds. The X axis is a fluorescence intensity (a.u.) and the Y axis is a wavelength (nm). The letters a: control (T0), b: Seed coating with coating substance only (T1), c, d, e, f and g: Seed coating with coating substance mixed with Safranin (T2), Riboflavin (T3), Chlorophyll (T4), Rhodamine (T5) and Curcumin (T6), respectively

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2021Vol. 17(6):2429-2438

The fluorescence property of cucumber seeds after coating with different types of fluorescent substances

The coated and uncoated seeds were examined for fluorescence by using a portable ultraviolet light projector. Under ultraviolet light, the uncoated seed (T0) emitted a blue fluorescence and the seeds coated with only a coating substance (T1) showed no fluorescence. Other seeds were coated with various types of fluorescent substances emitted lights differently. Seeds that co-coated with safranine (T2), riboflavin (T3), chlorophyll (T4), rhodamine (T5) and curcumin (T6) were emitted fluorescence as orange, greenish yellow, bright yellow, orange and bright yellow, respectively (Figure 1). The cucumber seeds were examined for the emission spectra by using a spectrofluorophotometer at the stimulating wavelength of 300-600 nm, the uncoated and coated seeds with coating substance only were emited lights at similar wavelengths. All the coated seed with coating substance mixed with fluorescence compound were specifically observed emissions at these wavelengths in groups of uncoated seeds and only coated with a coating substance (Figure 2).

Discussion

The research was investigated the effects of coating on cucumber seeds using a coating substance and several combinations of a coating substance and fluorescent substances, including safranine, riboflavin, chlorophyll, rhodamine and curcumin, which provide identity and other qualifications. From the inspection after coating, it was found that coated seeds with fluorescent substances did not affect moisture content, germination in laboratory conditions, and germination index when compared to germination at 93-94% of uncoated seeds and seeds that coated with a coating substance. It is possibly due to the film from combinations of a coating with active ingredients could dissolve quickly and did not block oxygen absorption during germination (Kim and Taylor, 2004). Also, each fluorescence substance is non-toxic and needed in small quantities, therefore it is safe for seeds. Chaiwicha (2016) reported that tomato seed coatings with 0.20% rhodamine B did not show any effects on seed quality when examined in greenhouse conditions. Rhodamine B is not toxic to seeds, as it was tested to use as an oral rabies biomarker and vaccine for wildlife (Mitchanthae and Thepsumethanont, 2001). Siri and Simakhon (2013) studied seed coatings with a fluorescent substance, riboflavin, at various concentrations, they reported similar findings that the coating did not affect germination and germination rate. Sikhao *et al.* (2014) found that coating cucumber seeds with different concentrations of riboflavin had no effects on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

seed quality. Riboflavin is extracted from vitamin B which is a nutrient that can be found in nature (Ampro, 2017). Therefore, it can be assumed it is absolutely harmless to the plant. This finding is also observed in tobacco seedlings coating with safranine T (Guan *et al.*, 2013) which is a biological substance used in cytology. Safranine is used in cell staining protocols to dye the nucleus to be red and as a redox indicator for chemical analysis. Thanomkwan *et al.* (2018) said that co-coated cucumber seeds with curcumin had a higher tendency and a higher speed of germination compared to seeds coated with auramine O. This might be because curcumin is an extract of beneficial turmeric which is a natural product that is used for protecting and treating various diseases, such as cancer (Onsurathum *et al.*, 2012). The seeds were coated with chlorophyll extract showed a positive effect on seed germination. Chlorophyll is a green organic compound that plants synthesize for absorbing solar energy and transmitting to receptors in chain reaction to generate molecules of energy like carbohydrate and water (Croft and Chen, 2017). Furthermore, Sikhao *et al.* (2014) reported that the coating substance of choice had not obscured the fluorescence under the ultraviolet light. The experiment showed that when seeds were coated with a coating in combination with safranine (T2), riboflavin (T3), chlorophyll (T4), rhodamine (T5) and curcumin (T6), fluorescence was observed in orange, greenish yellow, bright yellow, orange and bright yellow, respectively. This is consistent with the experimental work of Tian *et al.* (2013) using rhodamine B and safranine T to coat green pea seeds for preventing seed counterfeiting. Coating of green pea seeds with fluorescent substance had no effect on germination of seeds and seedlings. Later, Chaiwicha (2016) studied the coating of tomato seeds using rhodamine B and found to be a clear orange fluorescence. Rhodamine B was used in biology as a fluorescent dye and in biotechnology for many applications. The study from Sikhao *et al.* (2015) is consistent with research by Sellei (1941), Guan *et al.* (2011) and Guan *et al.* (2013) on experiments in tobacco and marigold seeds. They showed that rhodamine B emitted orange lights was stimulated by green fluorescence. Sikhao *et al.* (2015) coated the seeds with polymer together with riboflavin and examined under ultraviolet light. They found that only coated cucumber seeds with a combination of polymer and riboflavin emitted orange. Riboflavin is a fluorescent substance which extracted from vitamin B can be found naturally and does not showed any negative effects on seed quality.

Acknowledgements

We would like to thank The National Research Council of Thailand (NRCT), for the financial support for this research. This project was conducting under the Research and Researcher for industries (RRI) project, 2020. We also would like to thank The Faculty of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand for the research site support.

References

Ampro content (2017). Vitamin-b riboflavin. Retrieved from: https:// amprohealth.com/ nutrition/ riboflavin - vitamin-b2/. (in Thai).

Chaiwicha, C. (2016). Effect of coating the seeds with Polymer and fluorescent substance on tomato seed quality. (Master Thesis). Khon Kaen University, Khon Kaen.

Croft, H. and Chen, J. M. (2017). Leaf pigment content. In J. M. Chen (Ed.), Comprehensive Remote Sensing, 3:117-142.

Guan, Y., Hu, J., Li, Y. and Zheng, Y. (2011). A new anticounterfeiting method: fluorescent labeling by safranine T in tobacco seed. Acta Physiologiae Plantarum, 33:1271-1276.

Guan, Y., Li, Y., Hu, J., Ma, W., Zheng, Y. and Zhu, S. (2013). A new effective fluorescent labeling method for anti-counterfeiting of tobacco seed using Rhodamine B. Australian Journal of Crop Science, 7:234-240.

International Seed Federation (2021). Seed Statistics. Retrieved from: http://www.worldseed.org/isf/seed_statistics.html.

ISTA (2019). International Rules for Seed Testing, Edition 2010. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.

Kim, S. H. and Taylor, A. G. (2004). Germinability of film-coated snap bean seed as affected by oxygen diffusion rate under different soil moisture contents. Korean Journal of Crop Science, 49:46-51.

Mitchanthae, C. and Thepsumethanont, W. (2001). Guidelines for preventing rabies in humans. Veterinary Journal, Veterinary Therapist. Retrieved from https://niah.dld.go.th/th/AnimalDisease/zoonosis_Rabies.htm.

Office of Agricultural Regulation (2021). Seed Statistics. Retrieved from: https://www.doa.go.th/ard/?page_id=1443. (in Thai).

Onsurathum, S., Boonmars, T. and Pinlaor, S. (2012). Effect of curcumin on opisthorchiasis and cholangiocarcinoma in animal models. Srinagarind Medical Journal, 27:389-96.

Sellei, J. (1941). Further growth experiments with fluorescent dyes. Growth, 5:27-52.

Sikhao, P., Teerapornchaisit, P. and Siri, B. (2014). Cucumber seed coating with fluorescent substance: riboflavin to prevent seed counterfeiting. 11th National Plant Seed Technical Conference, Pattaya City, Chonburi, Thailand, p66-78. (in Thai).

Sikhao, P., Teerapornchaisit, P. and Siri, B. (2015). Stability of fluorescence after coating and seed quality of cucumber seeds. Khon Kean Agiculture Journal 43 SUPPL. 1 (in Thai).

Siri, B. (2015). Improving the condition and upgrading of seed quality. Nana Wittaya Library, Khon Kaen (in Thai).

Siri, B. and Simakhon, P. (2013). To study the formation of a coating with fluorescent substances on tomato seed quality. National Plant Seed Symposium No. 10, Songkhla, Thailand, 150 p. (in Thai).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thanomkwan, K., Kangsopa, J. and Siri, B. (2018). Effects of seed coating with fluorescent substances on quality and fluorescence of hybrid cucumber seed after accelerate ageing. Khon Kean Agiculture Journal, 46 SUPPL. 1 (in Thai).

Tian, Y., Wang, Q., Hu, J., Hu, Q., Wang, J. and Guan, Y. (2013). Application of fluorescent dyes for falsification-preventing of pea seeds (*Pisumsativum* L.) Seed Science Center, College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310058, P. R. China. American Jewish Committee, 7:147-151.

(Received: 15 August 2021, accepted: 30 October 2021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ดารินทิพย์ ทิพย์หินคง
วัน เดือน ปีเกิด	4 สิงหาคม พ.ศ. 2539
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 106/880 หมู่ 1 ต.แสนภูดาษ อ.บ้านโพธิ์ จ.ฉะเชิงเทรา 24140
ประวัติการศึกษา	(2561) วิชาเอกพืชไร่ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช เกรดเฉลี่ย 2.57 คณะเทคโนโลยีการเกษตร
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักการวิจัยแห่งชาติ (พวอ.)

ประสบการณ์ทำงานและผลการวิจัย

Thiphinkong, D. and Sikhao, P. 2021. Effect of Seed Coating with Fluorescent Compound on Quality and Fluorescence of Cucumber seeds. International Journal of Agricultural Technology. 17(6), 2429-2438.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้