

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับ Rhodamine-B ต่อการเรืองแสงและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสม

Seed coating by polymer with Rhodamine-B on fluorescence and quality of hybrid tomato seed

ชนกเนตร ชัยวิชา¹ และ บุญมี สิริ^{1*}

Chanoknet Chaiwicha¹ and Boonmee Siri^{1*}

บทคัดย่อ: การสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ด้วยการเคลือบสารพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสง เป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันการปลอมปนเมล็ดพันธุ์ ทำการทดลองที่ ณ ห้องปฏิบัติการ เทคโนโลยีทางเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เตรียมสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์โดยใช้ Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) ที่มีความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์เป็นพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสง Rhodamine-B ในอัตรา 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 กรัม จากนั้นจึงนำมาเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศพันธุ์ SPP013 ด้วยเครื่องเคลือบชนิดจานหมุน Model SKK 10 หลังการเคลือบเมล็ดนำมวดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นชนิดลมแห้งใช้อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนเมล็ดพันธุ์มีความชื้น 7.0 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นแบ่งเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกนำไปตรวจการเรืองแสงด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเล็ตแบบพกพา Model SPECTRA-300 ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร เมล็ดส่วนที่สองนำไปตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังจากการเคลือบและหลังจากการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบมีการเรืองแสงเป็นสีแดงอมส้มเมื่อได้รับแสงจากเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเล็ต ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบพบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย Rhodamine-B ในอัตราที่แตกต่างกันไม่ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพห้องเรือนทดลองแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าการใช้ Rhodamine-B มาเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศสามารถสร้างการเรืองแสงที่เป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์ได้ และสามารถเป็นแนวทางการป้องกันการปลอมปนเมล็ดพันธุ์ได้

คำสำคัญ: การเคลือบเมล็ดพันธุ์, Rhodamine-B, เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ, การปลอมปนเมล็ดพันธุ์

ABSTRACT: The objective of this experiment was to create identical seed by coating with fluorescent compounds. The experiment was conducted at Seed Technology Section of Seed Processing Plant, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. The coating formulations were prepared using 1.5 % Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) of fluorescent Rhodamine-B at the rates of 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8 gram. The tomato seeds were coated by Centri Seed Coater (Model SKK 10). Coated seeds were subsequently divided into two parts. The first part; was used to detect fluorescence performance by hand-UV (Model UVGL-58; $\lambda=365$ nm.). The second part was used to evaluate the seed quality after coating and after accelerated aging with 100% relative humidity at 42°C for 74 hours. It was found that, the coated seeds with Rhodamin-B had orange fluorescence light form the hand-UV (Model UVGL-58; $\lambda=365$ nm.), coating seed with fluorescent Rhodamine-B not affect germination percentage and speed of germination tested under laboratory and greenhouse conditions. Tomato seed coating with fluorescent dye can be used to label seeds as an anti-counterfeiting technology

Keywords: seed coating, Rhodamine, tomato, anti-counterfeiting technology

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: boonmee@kku.ac.th

บทนำ

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิตพืชซึ่งมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชสูงขึ้นจนมีบริษัทจากต่างประเทศมากกว่า 100 บริษัทมาลงทุนในการผลิตเมล็ดพันธุ์ สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรภายในประเทศ ประเทศไทยจึงมีการส่งออกเมล็ดพันธุ์ประมาณ 7,000 ล้านบาท เมล็ดที่ส่งออกจะมีทั้งเมล็ดพืชไร่และเมล็ดพืชผัก ในจำนวนการส่งออกทั้งหมดมีเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมากเป็นอันดับสองรองมาจากเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ซึ่งมีปริมาณการส่งออกประมาณ 53,154 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 562 ล้านบาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2554) มูลค่าการส่งออกโดยเฉพาะเมล็ดพันธุ์ผักแต่ละปีไม่น้อยกว่า 3,000 ล้านบาท จากการที่เมล็ดพันธุ์มีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน จึงมีบุคคลที่ไม่มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณแสวงหาผลประโยชน์ การผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพโดยการลอกเลียนแบบ ปลอมแปลง ปลอมปนเมล็ดพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2551) ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับระบบการปลูกพืชเป็นอย่างมาก จึงมีการนำเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ (seed coating) มาใช้ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนามาจากการเคลือบยา ซึ่งมาคุณสมบัติที่บางเบาและติดอย่างสม่ำเสมอ (Taylor and Harman, 1990) และได้มีการเติมสารออกฤทธิ์ชนิดต่างๆ เช่น สี และได้มีการเติมสารที่มีคุณสมบัติในการเรืองแสงมาเคลือบลงบนเมล็ดพันธุ์ สามารถระบุความเป็นเครื่องหมายลงบนเมล็ดพันธุ์ เพื่อสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ เป็นการหลีกเลี่ยงและป้องกันการปลอมแปลงปลอมปนเมล็ดพันธุ์

วิธีการศึกษา

การเตรียมเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ เตรียมสารเคลือบด้วยการละลาย k30 ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่

อุณหภูมิห้อง เติมน้ำเพิ่มความยืดหยุ่น (plasticizer) คือ Polyethylene glycol ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ สารเติมแต่งที่ช่วยในการหล่อลื่น และเพิ่มความเนียน คือ Titanium dioxide และ Lriodin ความเข้มข้นผสมด้วยสีผสมอาหาร ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และสร้างความเป็นเอกลักษณ์ของเมล็ดพันธุ์ด้วยการเติม Rhodamine ที่มีความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเคลือบลงบนผิวเมล็ดมะเขือเทศโดยใช้เครื่องเคลือบระบบจานหมุน รุ่น SKK 10 จากนั้นนำเมล็ดไปลดความชื้นให้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับความชื้นก่อนเคลือบด้วยเครื่องลดความชื้นระบบลมแห้ง SKK09 ที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นแบ่งเมล็ดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปตรวจสอบคุณภาพหลังการเคลือบและความแข็งแรง ส่วนที่สองนำไปตรวจสอบการเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ

1. คุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบและการเร่งอายุ

นำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วยสูตรตำรับสารเคลือบ มาทดสอบความงอก และความเร็วในการงอกในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง โดยนำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบเมล็ด มาสูตรตำรับละ 100 เมล็ด จำนวน 4 ซ้ำ

เพื่อตรวจสอบความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบจึงนำเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบมาเร่งอายุ โดยนำเมล็ดใส่ถึงผ้าขาวบางและนำไปวางบนตะแกรงที่เตรียมไว้ เติมน้ำใส่ในกล่องเร่งอายุให้น้ำต่ำกว่าตะแกรงลดประมาณ 2 เซนติเมตรและมีระดับน้ำสูงประมาณ 2 เซนติเมตร เพื่อให้เมล็ดได้รับความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำกล่องเร่งอายุไว้ในตู้เร่งอายุที่ อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการเร่งอายุไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

1) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ
สุ่มนับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 100 เมล็ดต่อซ้ำจำนวน 4 ซ้ำ วางบนกระดาษเพาะเส้นผ่านศูนย์กลาง

9 เซนติเมตร ที่มีความชื้น วางซ้อนทับกัน 2 ชั้น ในจานแก้ว (petridish) แล้วปิดทับด้วยกระดาษเพาะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน จากนั้นนำไปเพาะความงอกในตู้เพาะความงอกที่ควบคุมอุณหภูมิ 20-33 องศาเซลเซียส การประเมินความงอกหลังจากการเพาะเมล็ดแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ประเมินเมื่ออายุ 3 วัน นับทุกวันจนถึง 5 วัน โดยนับจากเมล็ดที่มีความยาวของรากโผล่พ้นจากเมล็ด 5 มิลลิเมตร เรียกว่า การงอกราก (radicle emergence percentage) คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ และ 2) ประเมินความงอกหลังจากการเพาะเมื่ออายุ 5 วัน นับการงอกทุกวันจนถึง 14 วัน (ISTA, 2004) โดยนับต้นเฉพาะกล้าที่ปกติ (seed germination)

2) ความงอกของเมล็ดในโรงเรือน

สุ่มนับเมล็ดมะเขือเทศ 100 เมล็ดต่อซ้ำ จำนวน 4 ซ้ำ เพาะลงในถาดเพาะที่มีพีทมอส (peat moss) ในสภาพโรงเรือนให้น้ำ 2 วันต่อครั้ง และประเมินความงอกหลังจากการเพาะเมล็ดแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ประเมินเมื่ออายุ 3 วัน นับทุกวันจนถึง 5 วัน โดยนับจากต้นที่มีส่วนของ hypocotyls โผล่พ้นวัสดุปลูกที่มีความสูง 2 มิลลิเมตร เรียกว่าการงอกต้น (hypocotyls emergence percentage) คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ และ 2) ประเมินความงอกหลังจากการเพาะเมื่ออายุ 5 วัน นับทุกวันจนถึง 14 วัน (ISTA, 2004) โดยนับเฉพาะต้นกล้าที่ปกติ (seed germination)

3) ความเร็วในการงอก

ความเร็วในการงอกที่เพาะในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเรือน นับเฉพาะต้นกล้าที่ปกติ คำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \sum \left[\frac{\text{จ.น.ต้นกล้าปกติ 5 วันหลังเพาะ} + \dots + \text{จ.น.ต้นกล้าปกติ 14 วันหลังเพาะ}}{\text{จ.น.วันที่ตรวจนับครั้งแรก (5 วัน)} \dots \text{จ.น.วันที่ตรวจนับครั้งสุดท้าย (14 วัน)}} \right]$$

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ตามแผนการทดลอง Completely randomized design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสง

นำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสงไปตรวจสอบการเรืองแสงโดยตรวจสอบภายใต้เครื่อง ฉายแสงอัลตราไวโอเลต (Hand-UV) ที่มีความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร จากการสังเกตความชัดเจนของแสงฟลูออเรสเซนซ์ด้วยตาเปล่า พบว่าการเคลือบเมล็ดมะเขือเทศร่วมกับสารเรืองแสง

Rhodamine B เมื่อนำไปส่องภายใต้เครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลต (Hand-UV) คือ กรรรมวิธี T2 -T7 โดยจะให้แสงเป็นสีส้ม ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารเรืองแสงจึงใช้บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ ป้องกันการปลอมปนและลอกเลียนแบบตลอดจนระบุความเป็นเจ้าของแต่ละบริษัท ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ พงนาและคณะ (2556) ได้ทำการเคลือบเมล็ดด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสง Riboflavin บนเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสมเพื่อสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับเมล็ดพันธุ์ เช่นเดียวกันกับ Yixin et al. (2013) ที่เคลือบเมล็ดรวมการสารเรืองแสง rhodamine B (RB) และ safranin T (ST) บนเมล็ดถั่วลิสง เพื่อป้องกันการปลอมแปลงเมล็ดพันธุ์ และ Guan et al. (2013) ใช้ rhodamine B (RB) ในการเคลือบเมล็ดยาสูบในการสร้างความเป็นเอกลักษณ์และป้องกันการปลอมแปลง เมล็ดพันธุ์ เนื่องจากว่าโครงสร้างของสี ใน เมื่อได้รับพลังงานจากโฟตอนของ

แสงนั้นไม่สามารถที่จะเกิดการเคลื่อนตัวไปมาได้ทำให้พลังงานที่มันสามารถคายออกมานั้นไม่สามารถที่จะแสดงออกมาเป็นพลังงานกล และพลังงานความร้อนได้ดีทำให้มันต้องปล่อยโฟตอนออกมาแทน ทำให้มีแสงเรืองขึ้นมา แต่แสงที่เรืองออกมาก็จะมีพลังงานต่ำกว่า (กล่าวคือความยาวคลื่นมากกว่า) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Rhodamine ซึ่งเป็นสีชมพูสะท้อนแสง ก็ดูดกลืนแสงในช่วงสีเขียวซึ่งมันก็จะคายแสงออกมาเป็นสีเหลือง ทำให้เมื่อส่อง Black light เข้าไปทำให้เราเห็นเป็นสีชมพูอมส้มสะท้อนแสงออกมา (มปป, 2556) เมื่อนำสารเรืองแสงมาเคลือบร่วมกับพอลิเมอร์ จะมีความเข้มข้นแตกต่างกันจะแปรผันตรงกับปริมาณสารเรือง

แสงในสูตรการเคลือบเมล็ดพันธุ์ซึ่งความเข้มข้นของแสงฟลูออเรสเซนต์ที่พบนี้นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน จากการติดตามตรวจสอบและติดตามการเรืองแสงเคลือบติดอยู่กับผิวเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องฉายแสงอัลตราไวโอเลตแบบพกพา จะเห็นว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสงที่ผิวของเมล็ดพันธุ์นั้น มีสารเรืองแสงติดอยู่ที่ผิวของเมล็ดและสามารถตรวจสอบได้ ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารเรืองแสงจึงสามารถบอกลักษณะการป้องกันโรคและปลอบมนได้ (พจนา และคณะ, 2556)

Table1 Effects of seed coat substance with the different concentrations of Rhodamine-Bon seed germination and speed of germination tested under laboratory and greenhouse conditions

Seed coating substance	Germination (%)		Speed of germination (plant/days)	
	Laboratory	Greenhouse	Laboratory	Greenhouse
T1	96.50	97.25	16.867	14.580
T2	95.50	97.75	15.465	13.732
T3	95.50	97.00	16.160	13.680
T4	93.75	96.00	15.732	13.538
T5	93.25	96.00	16.930	13.387
T6	94.00	95.75	16.785	13.375
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.82	1.93	2.94	6.47

Transform data by arcsine before statistical analysis

ns = non statistical significant difference

T0: control , T2 :Coating substance ,T3-T6 Coating substance 0.2, 0.4, 0.6 0.8 gram rhodamine B, respectively

Table2 Effects of seed coat substance with the different concentrations of Rhodamine-B on seed germination and speed of germination, after accelerated aging tested under laboratory and greenhouse conditions

method	Germination (%)		Speed of germination (plant/days)	
	Laboratory	Greenhouse	Laboratory	Greenhouse
T1	72.250	62.500	10.485	10.662
T2	74.250	64.000	12.355	11.532
T3	74.000	63.250	10.190	11.468
T4	73.750	65.000	12.217	11.5325
T5	74.000	68.750	10.748	12.228
T6	75.250	67.750	11.242	12.643
F-test	ns	ns	ns	ns
CV%	7.37	13.39	15.03	14.43

Transform data by arcsine

ns = non significant difference

T0 : control , T2 :Coating substance ,T3-T6 Coating substance 0.2, 0.4, 0.6 0.8 gram rhodamine B, respectively

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ หลังการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสง

คุณภาพหลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับสารเรืองแสงพบว่าเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงไม่มีผลต่อความงอกและความเร็วในการงอกทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลองเมื่อเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Yixin et al. (2013) ที่เคลือบเมล็ดรวมการสารเรืองแสง rhodamine B (RB) และ safranin T (ST) ในเมล็ดถั่วในอัตราที่แตกต่างกันพบว่าไม่มีผลต่อกระบวนการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ต่อมาพจนานและคณะ (2556) ได้ทำการเคลือบเมล็ดพันธุ์แดงกวาพันธุ์ลูกผสมรวมกับสารเรืองแสง riboflavin ในอัตราต่างๆพบว่าเมล็ดที่ผ่านการเคลือบไม่มีผลต่อความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ต่อมา บุญมีและพรทิวา (2556) ได้ทำการทดลองโดยการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับสาร riboflavin ในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่าการ

เคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสาร riboflavin ไม่มีผลต่อความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและ Bewley and Black (1985) กล่าวว่าเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบและเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อนำมาตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดมะเขือเทศพบว่า เมล็ดที่ผ่านการเคลือบร่วมกับสารเรืองแสง โดยวิธีการเร่งอายุที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเร่งอายุเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำให้ความและความเร็วในการงอกลดลงซึ่งสอดคล้องกับงานของ Almeida et al.(2005)ได้ทำการเคลือบเมล็ดบร็อคโคลี่ด้วย hydroxyethyl cellulose (HEC) พบว่าหลังการเคลือบและการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์คุณภาพด้านการงอกและความเร็วลดลงและคุณภาพด้านการงอกและความเร็วของเมล็ดที่เคลือบสารและไม่เคลือบสารไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 2)

สรุป

การเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยพอลิเมอร์ร่วมกับสารเรืองแสงในอัตราที่แตกต่างกัน สามารถตรวจสอบการเรืองแสงโดยใช้เครื่องฉายแสงอัตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับสารเรืองแสงไม่มีผลต่อความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพเรือนทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- บุญมี ศิริ และพรทิวา สิมะคร. 2556. ศึกษาการสร้างสารเคลือบร่วมกับสารเรืองแสงต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ. การประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10 หน้า 111-117 วันที่ 20-24 พฤษภาคม 2556 ณ โรงแรม Hansa JB Hotel, สงขลา.
- พจนนา สีขาว, พัฒนนา ธีรพรชัยสิทธิ์ และบุญมี ศิริ. 2556. การเคลือบเมล็ดด้วยไรโบฟลาวินต่อเอกลักษณ์และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม. การประชุมวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 10. หน้า 46-54.
- มปป. 2556. Rhodamine_B. แหล่งข้อมูล: <http://en.wikipedia.org/wiki/>. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2556.
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2551. เก็บมาเล่า: ป้าย...“ร้านจำหน่ายเมล็ดพันธุ์คุณภาพ”อีกหนึ่งความพยายามยกมาตรฐานอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์. มติชนบท เทคโนโลยีชาวบ้าน. 21: 70.
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. 2555. ชูยุทธศาสตร์บุคลากรค้าอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ปี 2554 สู้ภัยเมล็ดพันธุ์เอเซีย. แหล่งข้อมูล: http://www.thannews.th.com/index.php?option=com_content&view=article&id=51753:2554-&catid=171:pr&Itemid=512. ค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2556.
- Almeida ,C de., C.D.R. Rocha, and L.F. Razera. 2005. polymer coating, germination nag vigor of broccoli seeds. Available: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Accessed Oct, 2013.
- Bewley,D.J., and M. Black. 1985. Seed: Physiology of Development and Germination. Plenum Press. New York and London.
- Guan, Y., Y.Li, J.Hu, W. Ma, Y. Zhengang, and S. Zhu. 2013. A new effective fluorescent labeling method for anti-counterfeiting of tobacco seed sing Rhodamine B. Australian Journal of Crop Science. 7:234-240.
- ISTA. 2008. International Rule for Seed Testing. Supplement to Seed Science& Technology.
- Taylor, A.G., and G.E.Harman. 1990. Concept and technologies of selected seed treatments. Annual Review of Phytopathology. 28:321-339.
- Yixin,Y., Q Wang, J. Hu, J. Wang, and Y. Guan. 2013. Application of fluorescent dyes for falsification-preventing of pea seeds (*Pisum sativum* L). Australian Journal of Crop Science. 7:147-151.