

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบ ร่วมกับฮอร์โมนพืช

The changes tomato seeds quality after coating with plant hormones

กิตติวรรณ กล้ารอด¹ และ บุญมี สิริ^{1*}

Kittiwan Klarod¹ and Boonmee Siri^{1*}

บทคัดย่อ: เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศคุณภาพบางพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว การวิธีการเคลือบเป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของสารเคลือบและเพื่อหาชนิดและอัตราส่วนของฮอร์โมนที่เหมาะสมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ โดยใช้ฮอร์โมนพืช 2 ชนิด คือ Gibberellins (GA) ที่ความเข้มข้น 1 และ 1.5%, Indole-3-butyric acid (IBA) อัตรา 0.1 ที่ความเข้มข้น 0.2% เคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบจานหมุนรุ่น SKK10 ที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หลังจากนั้นสุ่มเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้าหลังการเคลือบ จากการทดลองพบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยฮอร์โมน IBA ที่ความเข้มข้น 0.2% ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้น 17% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบ และการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชยังส่งผลให้ความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศยาวกว่าการที่ไม่ได้เคลือบเมล็ดร่วมกับฮอร์โมนพืชทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง

คำสำคัญ: การยกระดับเมล็ดพันธุ์, การเคลือบเมล็ดพันธุ์, ฮอร์โมนพืช

ABSTRACT: Some varieties seed tomato deteriorated rapidly. Seed coating is a method for seed enhancement. The aimed of this experiment was study the properties of polymers and investigate types and proportion of plant hormones appropriate to tomato seeds coating. The preparation coating substances were mixed with 2 types of plant hormones: Gibberellins (GA) concentration of 1 and 1.5 % Indole-3-butyric acid (IBA) concentration 0.1 and 0.2 %. The tomato seeds were coated by centri seed coater model SKK 10. The experiment was conducted at seed technology laboratory, Seed Processing Plant, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. After coating process, the coated seeds were taken for seed quality testing and growth of seedling. The results indicated that coated seed with 0.2% IBA had increased germination of 17% compared to non-coated seeds. The seedling of coated seeds with plant hormone had longer of root length than non-coated seeds that were tested under laboratory and greenhouse conditions.

Keywords: seed enhancement, seed coating, plant hormone

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of plant science and Agricultural Resource Faculty of Agriculture, khonkaen 40002, Thailand

* Corresponding author: boonmee@kku.ac.th

บทนำ

เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยเริ่มต้นในการผลิตพืชส่งผลทำให้อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์มีการเติบโตก้าวกระโดดและสร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพการผลิตสูงที่สุดในอาเซียน ประเทศไทยมีการส่งออกเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศซึ่งจัดเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าสูง มีมูลค่าการส่งออกรองจากการส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2556) โดยในปี 2557 ปริมาณ 38.11 ตัน คิดเป็นมูลค่า 918.04 ล้านบาท (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์, 2558) และเพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อให้มีมูลค่าที่สูงขึ้นและเพื่อการแก้ปัญหาเมล็ดพันธุ์บางส่วนหรือพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงต่ำ อันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่ไม่ถูกวิธี จึงมีการนำเทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชเข้ามาเพื่อแก้ไขปัญหาที่กล่าวมา บุญมี (2552) รายงานว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์สามารถช่วยยืดการเก็บรักษาและสามารถเพิ่มสารออกฤทธิ์ได้ แต่สารเคลือบทางการค้านั้นมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ การคิดค้นสารเคลือบใหม่ที่เป็นวิธีลดต้นทุนการผลิตให้กับการค้าเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย ธิดารัตน์ (2554) ได้พัฒนาสูตรสารเคลือบโดยใช้ Polyethylene Glycol (PEG) 600 เป็นสารก่อกฟิล์มร่วมกับทัลคัม (Talcum) ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) และสีพบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ จากงานทดลองของ Qing (2006) ได้เคลือบเมล็ดแตงกวาร่วมกับฮอร์โมน GA_3 ซึ่งสามารถทำให้ค่าดัชนีความงอกรากและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น ในระหว่างการงอกของเมล็ดฮอร์โมนแต่ละชนิดจะมีหน้าที่แตกต่างกัน เช่น จิบเบอเรลลินจะช่วยในการย่อยสลายอาหาร ไซโทไคนินจะกระตุ้นการแบ่งเซลล์ทำให้เกิดการงอกของรากและต้นอ่อน ออกซินทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตโดยทำให้รากและยอดอ่อนขยายตัว จากความสำคัญของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาคุณสมบัติของสารเคลือบเมื่อผสม

ร่วมกับฮอร์โมนพืชและคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศและการเจริญเติบโตในระยะต้นกล้าหลังการเคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช

วิธีการศึกษา

ในการทดลองนี้ได้ทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ โรงงานปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างเดือนมิถุนายน – เดือนธันวาคม 2556 โดยดำเนินวิธีการทดลองดังนี้

การเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมและคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ

การเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับฮอร์โมนพืช โดยใช้พอลิเมอร์ Polyvinyl pyrrolidone (PVP-K30) เป็นกลุ่มพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำ ใช้ร่วมกับฮอร์โมนพืช 2 ชนิด คือ Gibberellin (GA) ที่ความเข้มข้น 1%, 1.5%, 2% และ Indole-3-butyric acid (IBA) ที่ความเข้มข้น 0.1%, 0.2%, 0.3% แล้วทำการตรวจวัดคุณสมบัติของสารเคลือบ และใช้สารเคลือบปริมาณ 180 มิลลิลิตรต่อ 1 กิโลกรัมเมล็ดพันธุ์ เคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องเคลือบเมล็ดพันธุ์แบบจานหมุน SKK10 และนำไปลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นระบบลมแห้ง SKK09 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ให้เมล็ดพันธุ์มีระดับความชื้นเท่ากับค่าความชื้นเริ่มต้น (6-7%) หลังจากนั้นสุ่มเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบในลักษณะต่างๆ คือ เปอร์เซ็นต์ความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ และวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าทั้งความยาวต้นและความยาวราก เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการ และสภาพเรือนทดลอง

การตรวจสอบคุณสมบัติของสารเคลือบ

- 1) ศึกษาชนิดและสัดส่วนของพอลิเมอร์ที่มีผลต่อคุณสมบัติของสารเคลือบ
- 2) ศึกษาชนิดและสัดส่วนของพอลิเมอร์ที่มีผลต่อคุณสมบัติของแผ่นฟิล์ม
- 3) วิธีการวัดค่าการละลายของแผ่นฟิล์ม

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเคลือบ

1) การงอกของเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ และในสภาพเรือนทดลอง

2) การวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าและราก

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ โดยวิเคราะห์ตามแผนการทดลอง completely randomized design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะด้วยวิธี Duncan's Multiply Range Test (DMRT)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของการศึกษาชนิดและสัดส่วนของพอลิเมอร์ที่มีผลต่อคุณสมบัติของสารเคลือบ

การเตรียมสารเคลือบด้วยพอลิเมอร์ที่ชนิดและสัดส่วนต่างๆ ทำให้สารเคลือบมีลักษณะเป็นเนื้อ

เดียวกัน ส่วนใหญ่มีการตกตะกอนเมื่อตั้งทิ้งไว้ Cople and McDonald (1995) กล่าวว่า สารเคลือบที่ดีนั้นต้องมีลักษณะดังนี้ คือ มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี มีค่าความหนืดต่ำ สามารถปรับค่า hydrophilic และ hydrophobic ได้ เมื่อแห้งแล้วฟิล์มมีความแข็งแรงและยึดติดกับเมล็ดได้ดีเมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของ สารเคลือบในรูปแบบของเหลว มีการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าค่า pH ของสารเคลือบที่ได้จากกรรมวิธีต่างๆ มีความเป็นด่างอ่อนๆ อยู่ระหว่าง 7.40-7.60 และเมื่อทำการตรวจสอบความหนืด พบว่าสารเคลือบ ชนิดเดียวกันเมื่อผสมรวมกับฮอริโมนจะมีความหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าการละลายของแผ่นฟิล์ม พบว่าพอลิเมอร์ที่ผสมรวมกับฮอริโมนพีจะมีความการละลายที่ช้ากว่าพอลิเมอร์เพียงอย่างเดียว (Table 1)

Table 1 Some of characteristic of seed coating substances.

seed coating substance	pH	Viscosity (m/sec)	Weight of film (g)	Film dissolve (%)
(PVP-K30) ^{2/}	7.56	10.48 a ^{1/}	2.27	91.26 a
(PVP-K30) + GA 1%	7.46	10.34 bc	2.23	86.58 bc
(PVP-K30) + GA 1.5 %	7.53	10.30 c	2.28	84.59 c
(PVP-K30) + IBA 0.1 %	7.57	10.39 b	2.26	88.33 b
(PVP-K30) + IBA 0.2 %	7.50	10.32 b	2.28	85.38 b
F-test	ns	**	ns	**
C.V. (%)	1.74	4.23	2.47	9.73

ns, **: non significant and significant different at $p \leq 0.01$ respectively.

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly at $p \leq 0.01$ by DMRT

^{2/} PVP-K30: Polyvinyl pyrrolidone-K30

จากการสังเกตพบว่า สารเคลือบที่มีความหนืดต่ำ จะทำให้อัตราการเกาะติดของเมล็ดนั้นไม่สม่ำเสมอ เมื่อเทียบกับสารเคลือบที่มีความหนืดสูง อรอนงค์ (2548) รายงานว่า สารเคลือบที่มีความหนืดสูงกว่า 300 cps จะทำให้เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการเคลือบ เนื่องจากขนาดหยดของสารเคลือบใหญ่ จะแพร่กระจายได้ช้ากว่าเมล็ดที่มีความหนืดน้อย สารเคลือบที่เตรียมจึงไม่พบอุปสรรคต่อการเคลือบเมล็ด

ผลของการเคลือบฮอร์โมน GA และ IBA ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหลังการเคลือบ

ผลการศึกษาการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศร่วมกับฮอร์โมนพืชที่ชนิดและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่า จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพ

ภาพห้องปฏิบัติการ การเคลือบเมล็ดร่วมกับฮอร์โมน IBA ความเข้มข้น 0.2 % ส่งผลทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงและความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนในทุกๆ อัตราที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพเรือนทดลอง พบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ IBA 0.2% ทำให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงและความเร็วในการงอกสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่เคลือบร่วมกับ Polymer และ GA 1% ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบร่วมกับฮอร์โมนพืช (Table 2)

Table 2 Effect of seed coating with different of concentration of GA and IBA on seed quality of tomato after coating.

Treatments ^{1/}	Laboratory condition				Greenhouse condition			
	Germination ^{2/} (%)	Change ^{3/} (%)	Speed of germination (plant/day)	Change (%)	Germination (%)	Change (%)	Speed of germination (plant/day)	Change (%)
Control	72 b		26.00 b		61 b		24.69 c	
(PVP-K30) ^{4/}	78 b	8.33	27.05 b	4.04	75 ab	22.95	27.44 ab	11.14
(PVP-K30) + GA 1%	74 b	2.78	26.65 b	2.50	76 ab	24.59	27.43 ab	11.10
(PVP-K30) + GA 1.5%	77 b	6.94	26.54 b	2.08	72 b	18.03	26.81 b	8.59
(PVP-K30) + IBA 0.1%	77 b	6.94	27.10 b	4.23	70 b	14.75	26.22 b	6.20
(PVP-K30) + IBA 0.2%	89 a	23.61	29.21 a	12.35	80 a	31.15	28.62 a	15.92
F-test	*		*		**		**	
C.V. (%)	6.17		3.03		5.02		2.93	

*, **: significantly different at $p \leq 0.05$ and significantly different at $p \leq 0.01$, respectively.

^{1/} Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.01$ by DMRT.

^{2/} Data are transformed by the arcsine before statistical analysis.

^{3/} Represented percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

^{4/} PVP-K30: Polyvinyl pyrrolidone-K30

Scarbrough and Thompson (2004) พบว่า การแช่เมล็ดพันธุ์ด้วย IBA จะช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอก และมีความเร็วในการงอกมากกว่าการแช่ด้วยน้ำ และฮอร์โมนในกลุ่มออกซินยังส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นและยังช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการงอก ในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดมีการแนะนำให้ใช้ฮอร์โมนในกลุ่มออกซิน เช่น IBA เป็นฮอร์โมน ซึ่งพบว่าออกซินมีบทบาทในการควบคุมการพัฒนาของเอ็มบริโอ โดยที่ IBA จะช่วยให้เมล็ดงอกเร็วขึ้น เมื่อเมล็ดได้รับ IBA เอ็มบริโอจะมีการพัฒนาตัวได้เร็ว ทำให้เมล็ดพันธุ์สามารถงอกได้เร็วขึ้น

ผลของการเคลือบฮอร์โมน GA และ IBA ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังการเคลือบ

จากการวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์ พบว่าความยาวของต้นกล้ามะเขือเทศในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพเรือนทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งการเคลือบและไม่เคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืช แต่การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับพอลิเมอร์และฮอร์โมนทุกอัตรามีผลต่อความยาวรากของต้นกล้า ทำให้มีความยาวรากสูงกว่าการที่ไม่เคลือบเมล็ด (Table 3)

Table 3 Effect of seed coating with different concentration of GA and IBA on growth of seedlings after coating.

Treatments	Laboratory condition				Greenhouse condition	
	Shoot length	Change	Root length	Change	Shoot length	Change
	(cm.)	(%)	(cm.)	(%)	(cm.)	(%)
Control	3.52		3.47	b ^{1/}	3.76	
(PVP-K30) ^{3/}	3.44	-2.27 ^{2/}	4.53	a	3.93	4.52
(PVP-K30) + GA 1%	3.67	4.26	5.10	a	3.90	3.72
(PVP-K30) + GA 1.5%	3.88	10.23	4.03	a	3.93	4.52
(PVP-K30) + IBA 0.1%	3.48	-1.14	4.67	a	3.93	4.52
(PVP-K30) + IBA 0.2%	3.60	2.27	4.90	a	3.93	4.52
F-test	ns		**		ns	
C.V.(%)	7.91		15.44		6.24	

*, **: significantly different at $p \leq 0.05$ and significantly different at $p \leq 0.01$, respectively.

^{1/}Means within a column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.01$ by DMRT.

^{2/}Represented percentage of increase (+) or decrease (-) compared to the control.

^{3/}PVP-K30: Polyvinyl pyrrolidone-K30

การทดลองมีความสอดคล้องกับการทดลองของ Qing (2006) โดยทำการเคลือบเมล็ดแตงกวาร่วมกับ GA₃ 193 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ดีที่สุด ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของลำต้น ส่วนเหนือดิน และน้ำหนักแห้ง ส่วนการเคลือบร่วมกับ 6-BA มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งราก ความแข็งแรงของราก ซึ่ง 6-BA จะมีความสำคัญต่อดัชนีความแข็งแรง และการเคลือบร่วมกับ 2,4-D มีผลต่อ

น้ำหนักแห้งของ hypocotyls และ cotyledons และ ความยาวของ hypocotyls และ cotyledons และการเพิ่มขึ้นของ ความแข็งแรงของราก และ Kumar et al. (2014) ศึกษาฮอร์โมนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Coriandrum sativum* L. พบว่า GA ที่ความเข้มข้น 100 μ M จะช่วยลดระยะเวลาในการงอกนอกจากนั้น ยังส่งผลต่อ ความยาวต้น พืชที่ใบ และการเพิ่มขึ้นของ ปริมาณแคโรทีนอยด์

สรุป

การใช้สารเคลือบที่เหมาะสมและเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนพืชในอัตราความเข้มข้นที่ต่างกัน ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์ความงอกและความเร็วในการงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและในเรือนทดลอง และพบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับฮอร์โมนนั้น ยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าของมะเขือเทศอีกด้วย โดยที่การเคลือบเมล็ดร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 0.2 % มีแนวโน้มที่สนับสนุนการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ดีกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาศักยภาพเพื่อการวิจัยและพัฒนาสำหรับภาคอุตสาหกรรม (NUI-RC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่สนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

จิตรัตน์ แก้วคำ และ บุญมี ศิริ. 2554. ผลของการเคลือบด้วยพอลิเมอร์ชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาลูกผสม. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ณ โรงแรมสุนีย์แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชันเซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างวันที่ 17-20 พฤษภาคม 2553. น. 201-206.

- บุญมี ศิริ. 2552. วิทยาการเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 167 หน้า.
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์. 2556. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ประจำปี 2555. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/39H3u4>. ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2556.
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์. 2558. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ประจำปี 2556. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/EmLj7Y>. ค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2558.
- อรอนงค์ กิตติพงษ์พัฒนา. 2548. สารเคลือบ: เอกสารคำสอนระดับปริญญาตรี ภาควิชาชีววิทยาช่วยสำหรับรูปแบบยาเตรียมของแข็ง. สายวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 50 หน้า.
- Copeland, L.E., and M.B. McDonald. 1995. Seed Science and Technology. Champ & Hall, New York.
- Kumar, M. R.K. Agnihotri, R. Varnil, and R. Sharma. 2014. Effect of phytohormones on seed germination and seedling growth of Coriandrum sativum L. Pakistan Journal of Biological Sciences. 17(4): 584-596.
- Scarborough, J., and M. Thompson. 2004. Do Rooting Hormones Affect the Germination Rate of Seeds?. California state science fair 2004 project summary.
- Qing, Y. W. 2006. Effects of GA3, 6-BA and 2,4-D Applied in Cucumber Seed Film Coating (Abstract). Available: <http://goo.gl/q4X3un>. Accessed Apr. 7, 2013.